

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2006/301041

International filing date: 24 January 2006 (24.01.2006)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2005-023841  
Filing date: 31 January 2005 (31.01.2005)

Date of receipt at the International Bureau: 10 March 2006 (10.03.2006)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 5 年 1 月 3 1 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 5 - 0 2 3 8 4 1

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

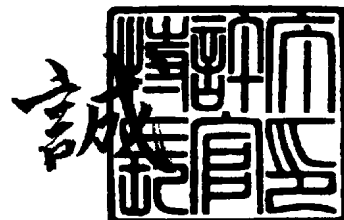
J P 2 0 0 5 - 0 2 3 8 4 1

出 願 人  
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

2 0 0 6 年 2 月 2 2 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

中 嶋



【書類名】	特許願
【整理番号】	2047760157
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	H04B 1/40
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
【氏名】	松下電器産業株式会社内 加藤 彰
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
【氏名】	松下電器産業株式会社内 小川 晃一
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
【氏名】	松下電器産業株式会社内 岩井 浩
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
【氏名】	松下電器産業株式会社内 山本 温
【特許出願人】	
【識別番号】	000005821
【氏名又は名称】	松下電器産業株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100098291
【弁理士】	
【氏名又は名称】	小笠原 史朗
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	035367
【納付金額】	16,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1
【包括委任状番号】	9405386

## 【書類名】 特許請求の範囲

### 【請求項 1】

無線通信のための携帯無線装置であって、

アンテナと、

信号を処理するための信号処理部と、

前記アンテナと前記信号処理部との間に接続され、可変な負荷値を有しており、前記アンテナと前記信号処理部とをインピーダンス整合させるための整合回路と、

前記整合回路の負荷値を制御するための制御部と、

前記携帯無線装置の使用状態に対応させて、前記整合回路の負荷値に関する情報を初期負荷値情報として記憶する記憶部とを備え、

前記制御部は、

前記整合回路の制御を開始する際、前記記憶部に記憶されている前記初期負荷値情報を評価し、インピーダンス整合が得られる初期負荷値情報が存在すれば、当該初期負荷値情報に対応する負荷値を有するように前記整合回路を制御する初期制御手段と、

インピーダンス整合が得られる初期負荷値情報が存在しない場合、前記記憶部に記憶されている前記初期負荷値情報を用いて、インピーダンス整合が得られる負荷値に関する情報である整合負荷値情報を導出し、導出した前記整合負荷値情報に対応する負荷値を有するように前記整合回路を制御する整合負荷値導出手段とを含む、携帯無線装置。

### 【請求項 2】

前記整合負荷値導出手段は、前記整合回路の負荷値を繰り返し変化させていくことによって、前記整合負荷値情報を導出する、請求項 1 に記載の携帯無線装置。

### 【請求項 3】

前記初期負荷値情報は、前記整合回路の負荷値を表す初期染色体であり、

前記整合負荷値導出手段は、前記初期染色体を遺伝的アルゴリズムを用いて進化させていくことによって、前記整合負荷値情報を表す染色体を導出する、請求項 2 に記載の携帯無線装置。

### 【請求項 4】

前記整合負荷値導出手段は、前記整合回路の負荷値を最急降下法アルゴリズムを用いて微調整することによって、前記整合負荷値情報を導出する、請求項 2 に記載の携帯無線装置。

### 【請求項 5】

前記整合回路は、負荷を選択するための複数のスイッチを含み、

前記整合負荷値導出手段は、最も高い評価を有する初期負荷値情報に対応するように前記複数のスイッチを制御した状態を開始点として、前記複数のスイッチを切り替えながら、スイッチのオンオフに関する情報である前記整合負荷値情報を導出する、請求項 2 に記載の携帯無線装置。

### 【請求項 6】

前記整合負荷値導出手段は、

前記整合負荷値情報を前記整合回路の負荷値を微調整することによって導出する局所的探索手段と、

前記局所的探索手段によって前記整合負荷値情報を導出することができない場合、前記整合負荷値情報を導出するために必要な負荷値情報を新たに生成して、当該負荷値情報を用いて、前記整合負荷値情報を導出する大域的探索手段とを備え、

前記局所的探索手段は、前記大域的探索手段によって前記整合負荷値情報を導出することができない場合、再度、前記整合回路の負荷値を微調整することによって前記整合負荷値情報を導出する、請求項 1 に記載の携帯無線装置。

### 【請求項 7】

前記整合負荷値導出手段は、前記整合回路の負荷値を微調整することによって、前記整合負荷値情報を導出する、請求項 1 に記載の携帯無線装置。

### 【請求項 8】

前記整合負荷値導出手段は、

前記整合回路の負荷値を表す情報をランダム負荷値情報としてランダムに発生させ、発生させた前記ランダム負荷値情報を評価し、インピーダンス整合が得られるランダム負荷値情報が存在すれば、当該ランダム負荷値情報に対応する負荷値を有するように前記整合回路を制御し、

前記インピーダンス整合が得られるランダム負荷値情報が存在しない場合、前記初期負荷値情報および前記ランダム負荷値情報を用いて、前記整合負荷値情報を導出する、請求項 1 に記載の携帯無線装置。

【請求項 9】

前記初期負荷値情報は、前記整合回路の負荷値を表す初期染色体であり、

前記ランダム負荷値情報は、前記整合回路の負荷値を表すランダム染色体であり、

前記整合負荷値導出手段は、前記初期染色体および前記ランダム染色体を遺伝的アルゴリズムを用いて進化させていくことによって、前記整合負荷値情報を導出する、請求項 8 に記載の携帯無線装置。

【請求項 10】

前記整合負荷値導出手段は、前記初期染色体および前記ランダム染色体を進化させることによって得た染色体の内、最も評価の高い染色体に対応する前記整合回路の負荷値を微調整することによって、前記整合負荷値情報を導出する、請求項 9 に記載の携帯無線装置。

【請求項 11】

前記整合負荷値導出手段は、微調整のための処理が所定の限界条件を満たした場合、新たな染色体を発生し、発生した前記新たな染色体を用いて、前記整合負荷値情報を導出する、請求項 10 に記載の携帯無線装置。

【請求項 12】

前記整合負荷値導出手段は、

前記新たな染色体を評価し、インピーダンス整合が得られる染色体が存在すれば、当該染色体に対応する負荷値を有するように前記整合回路を制御し、

前記インピーダンス整合が得られる染色体が存在しない場合、前記新たな染色体を遺伝的アルゴリズムを用いて進化させ、進化させた染色体を用いて、前記整合負荷値情報を導出する、請求項 11 に記載の携帯無線装置。

【請求項 13】

前記整合負荷値導出手段は、前記新たな染色体を進化させることによって得た染色体の内、最も評価の高い染色体に対応する前記整合回路の負荷値を微調整することによって、前記整合負荷値情報を導出する、請求項 12 に記載の携帯無線装置。

【請求項 14】

前記制御部は、前記整合負荷値導出手段によって導出された前記整合負荷値情報を初期負荷値情報として、前記記憶部に追加登録する新規初期負荷値情報登録手段をさらに備え、

前記制御部は、新たに追加登録された初期負荷値情報も用いて、次回からの制御を実行する、請求項 1 に記載の携帯無線装置。

【請求項 15】

前記携帯無線装置は、携帯電話であって、

前記初期負荷値情報は、

前記携帯電話が人体から離れた自由空間中に存在する状態のときにインピーダンスが整合すると予想される負荷値に関する情報と、

前記携帯電話が通話中の状態で使用されるときにインピーダンスが整合すると予想される負荷値に関する情報と、

前記携帯電話のメール機能を使用する状態のときにインピーダンスが整合すると予想される負荷値に関する情報とを含む、請求項 1 に記載の携帯無線装置。

【請求項 16】

前記整合回路と前記信号処理部との間に接続され、インピーダンスの整合度合いを検出する整合性検出部をさらに備え、

前記制御部は、前記整合性検出部による検出結果に基づいて、インピーダンス整合が得られているか否かを判断する、請求項 1 に記載の携帯無線装置。

【請求項 17】

前記初期制御手段は、前記整合性検出部による検出結果に基づいて、前記整合回路の制御を開始する、請求項 16 に記載の携帯無線装置。

【請求項 18】

前記整合性検出部は、反射電圧または受信電力を検出し、

前記携帯無線装置は、積分回路をさらに備え、

前記整合性検出部が検出した反射電圧または受信電力は、前記積分回路を介して、前記制御部に入力される、請求項 16 に記載の携帯無線装置。

【請求項 19】

前記携帯無線装置の使用状態の変化を検出する使用状態変化検出部をさらに備え、

前記初期制御手段は、前記使用状態変化検出部によって使用状態の変化が検出されたら、前記整合回路の制御を開始する、請求項 1 に記載の携帯無線装置。

【請求項 20】

前記初期制御手段は、前記使用状態変化検出部が検出した変化後の使用状態に対応する初期負荷値情報を最初に評価する、請求項 19 に記載の携帯無線装置。

【請求項 21】

前記携帯無線装置は、携帯電話であって、

前記使用状態変化検出部は、前記携帯電話の通話ボタンが押下されたか否かを検出することによって、使用状態が通話状態であるか否かを検出し、

前記初期制御手段は、前記使用状態変化検出部によって通話状態であることが検出された場合、通話状態に対応する初期負荷値情報を最初に評価する、請求項 20 に記載の携帯無線装置。

【請求項 22】

前記携帯無線装置は、折りたたみ式携帯電話であって、

前記使用状態変化検出部は、前記折りたたみ式携帯電話の開閉を検出することによって、使用状態が開状態であるか閉状態であるかを検出し、

前記初期制御手段は、前記使用状態変化検出部によって開状態であることが検出された場合、開状態に対応する初期負荷値情報を最初に評価し、前記使用状態変化検出部によって閉状態であることが検出された場合、閉状態に対応する初期負荷値情報を最初に評価する、請求項 20 に記載の携帯無線装置。

【請求項 23】

前記使用状態変化検出部は、温度を検出することによって、前記携帯無線装置の使用状態の変化を検出し、

前記初期制御手段は、前記使用状態変化検出部によって検出された温度に対応する初期負荷値情報を最初に評価する、請求項 20 に記載の携帯無線装置。

【請求項 24】

さらに、前記アンテナ以外の少なくとも一つの他のアンテナと、

前記信号処理部と前記アンテナおよび前記他のアンテナとの接続を切り替えるためのスイッチ回路とを備え、

前記整合回路は、前記アンテナおよび前記他のアンテナと前記信号処理部とをインピーダンス整合させ、

前記制御部は、前記スイッチ回路の接続を制御する、請求項 1 に記載の携帯無線装置。

【請求項 25】

前記整合回路は、

負荷である少なくとも一つのリアクタンス素子および／または少なくとも一つのインダクタンス素子と、

前記負荷を選択するための少なくとも一つのスイッチとを含む、請求項1に記載の携帯無線装置。

【請求項26】

前記少なくとも一つのスイッチは、MEMS (Micro-Electro-Mechanical System) スイッチである、請求項24に記載の携帯無線装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 インピーダンスの適応的な整合が可能な携帯無線装置

【技術分野】

【０００１】

本発明は、携帯無線装置に関し、より特定的には、アンテナと送受信回路との間のインピーダンスの適応的な整合が可能な携帯無線装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

近年、携帯電話等の携帯無線装置が急速に発達している。携帯電話は、主に、人体に近接して使用される。携帯電話のアンテナが人体に近接すると、アンテナのインピーダンスが変化する。アンテナのインピーダンスが変化すると、アンテナと送受信回路とは、インピーダンスの整合がとれた状態からずれることとなる。インピーダンスの整合がずれることによって、携帯電話の特性が劣化する。そのため、アンテナと送受信回路との間のインピーダンスを自動的に整合するための技術が提案されている。

【０００３】

たとえば、特許文献１には、インピーダンスの整合回路内に可変負荷部を設けた無線装置が提案されている。特許文献１に記載されている従来の無線装置は、人体に近接することによって、インピーダンスが整合状態からずれると、整合回路の負荷を調整し、無線機とアンテナとの間のインピーダンスを整合させる。

【０００４】

図５０は、特許文献１に記載された従来の無線装置９００の構成を示すブロック図である。図５０において、従来の無線装置９００は、バリキャップダイオードによってインピーダンスを調整するインピーダンス整合回路９０４を、無線機９０７とアンテナ９０１との間に備える。電力探知回路９０６および９０２は、それぞれ、インピーダンス整合回路９０４の前段および後段の信号の電力を表す信号Ｃ、Ｄを生成する。コンパレータ９０５は、電圧信号Ｃ、Ｄを比較する。印加電圧制御回路９０３は、比較結果Ｅに基づいて、電圧信号Ｃ、Ｄの差が小さくなるように、バリキャップダイオードの容量を制御する電圧信号Ｖを生成し、バリキャップダイオードに供給する。電圧信号Ｖに応じて、インピーダンス整合回路９０４は、インピーダンスを調整する。これにより、従来の無線装置は、無線機９０７とアンテナ９０１との間のインピーダンスを整合することができる。

【０００５】

また、特許文献２には、アンテナと電力増幅部との間のインピーダンスを整合するための方法が開示されている。

【０００６】

特許文献２に記載されている従来の方法では、複数チャネル周波数の一つが指定されたときに、指定されたチャネルにおいて、電力増幅部とアンテナとの間のインピーダンスを調整する。当該従来の方法では、チャネル周波数が設定されたとき、可変素子を駆動モータによって各チャネル周波数の設定同調位置に手動信号を用いて正逆回転させることによって、アンテナ疑似抵抗としての負荷を変化させるプリセット調整動作と、プリセット値を実際のアンテナインピーダンスに整合させるために手動信号によって補正する運用動作とを有する。これにより、指定されたチャネルにおいて、アンテナと電力増幅部との間のインピーダンスが整合されることとなる。

【０００７】

また、アンテナの周囲環境が急変した場合、アンテナと送信部との間のインピーダンスを自動的に整合させることができるインピーダンス整合装置が特許文献３に開示されている。

【０００８】

特許文献３に開示されている従来のインピーダンス整合装置は、送信部からアンテナへの伝送路上の複数の各部の電圧を測定して定在波比を検出する定在波比検出部と、上記伝送路上の上記定在波から、伝送路側から見たアンテナ側の現インピーダンスを知るインピ



ードانس計算部と、送信部側のインピーダンスと上記計算した現インピーダンスとの差をなくす所定の整合用素子の設定値を一覧表として記憶する設定整合テーブルと、上記伝送路から送信電力を受けるアンテナの入力端にインピーダンス調整用に設けられた可変整合部と、現インピーダンスおよび上記設定整合テーブルに基づいて、上記可変整合部の整合素子が所定の値となるように制御する演算制御部とを備える。このように、特許文献3に開示されている従来のインピーダンス整合装置は、送信部側のインピーダンスとアンテナ側の現インピーダンスとの差をなくす所定の整合用素子の設定値を記憶しておき、当該設定値となるように可変整合回路を調整し、送信部とアンテナとの間のインピーダンスを整合させる。

#### 【0009】

また、特許文献4には、アンテナと送受信機との間に選択的に接続されたアンテナの負荷となる複数の容量および複数のインダクタを、負荷抵抗がアンテナの特性インピーダンスよりも大きい小さいかに基づいて、選択的にアンテナと送受信機とに結合するアンテナ・チューナが開示されている。これにより、アンテナ系のチューニングが可能となる。

【特許文献1】特開平11-251928号公報

【特許文献2】特開昭60-80323号公報

【特許文献3】特開平8-97733号公報

【特許文献4】特開昭57-101435号公報

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0010】

近年の携帯電話は、電話としてのみならず、電子メールの送受信手段やWebの閲覧手段、コンテンツのダウンロード手段等として、利用されている。携帯電話が電話として利用される場合、アンテナは、耳元近傍に位置することとなる。また、待ち受け時には、アンテナは、人体から離れて自由空間上に位置していたり、胸元付近に位置していたり、鞆の中に位置していたりする。電子メールの送受信手段やWebへのアクセス手段として使用される場合、アンテナは、掌付近に位置することとなる。コンテンツのダウンロード手段として利用される場合、携帯電話は、机上に置かれていることもある。このように、携帯電話を使用するときの状態は、多種多様である。加えて、携帯電話を使用するユーザの身体的特徴は様々である。したがって、アンテナのインピーダンスは、使用状態に応じて、様々に変化し、予測が困難な値である。加えて、アンテナのインピーダンスは、使用状態に応じて、瞬時に変化する。

#### 【0011】

しかし、特許文献1に開示されている従来の無線装置では、制御を開始するときの初期状態が定められていないので、制御演算の収束が遅く、制御に多くの時間を要するという問題がある。したがって、使用状態に応じてアンテナのインピーダンスが瞬時に変化する近年の携帯電話に対して、特許文献1に開示されている技術を適用することは有効ではない。

#### 【0012】

特許文献2に開示されている従来の方法では、手動でインピーダンスの整合が行われるため、インピーダンスの整合操作に多くの時間が必要となる。したがって、使用状態に応じてアンテナのインピーダンスが瞬時に変化する近年の携帯電話に対して、特許文献2に開示されている技術を適用することは有効ではない。

#### 【0013】

特許文献3に開示されている従来のインピーダンス整合装置では、アンテナのあらゆるインピーダンスを想定して、テーブルに記憶しておく必要がある。しかし、携帯電話のようにアンテナのインピーダンスの変化が多様である場合、全てのインピーダンスに対応可能なテーブルを記憶しておくことは困難である。

#### 【0014】

特許文献4に開示されている従来のアンテナ・チューナにおいて、予め用意されている

容量およびインダクタは有限である。したがって、特許文献４に開示されている従来のアンテナ・チューナでは、多様に変化するアンテナのインピーダンスに整合させることは困難である。

#### 【００１５】

それゆえ、本発明の目的は、携帯電話等の携帯無線装置がどのような状態であっても、アンテナと送受信回路との間のインピーダンスを瞬時に適応的に整合させることによって、不整合損を低く抑え、かつ送受信感度を向上させることができる携帯無線装置を提供することである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【００１６】

上記課題を解決するために、本発明は、以下のような特徴を有する。本発明は、無線通信のための携帯無線装置であって、アンテナと、信号を処理するための信号処理部と、アンテナと信号処理部との間に接続され、可変な負荷値を有しており、アンテナと信号処理部とをインピーダンス整合させるための整合回路と、整合回路の負荷値を制御するための制御部と、携帯無線装置の使用状態に対応させて、整合回路の負荷値に関する情報を初期負荷値情報として記憶する記憶部とを備える。制御部は、整合回路の制御を開始する際、記憶部に記憶されている初期負荷値情報を評価し、インピーダンス整合が得られる初期負荷値情報が存在すれば、当該初期負荷値情報に対応する負荷値を有するように整合回路を制御する初期制御手段と、インピーダンス整合が得られる初期負荷値情報が存在しない場合、記憶部に記憶されている初期負荷値情報を用いて、インピーダンス整合が得られる負荷値に関する情報である整合負荷値情報を導出し、導出した整合負荷値情報に対応する負荷値を有するように整合回路を制御する整合負荷値導出手段とを含む。

#### 【００１７】

本発明によれば、整合回路の制御が開始される際、まず、予め記憶されている初期負荷値情報を用いて、整合回路が制御される。したがって、初期負荷値情報の中に、インピーダンス整合を得ることができる負荷値に関する情報が存在すれば、整合回路の負荷値を微調整することなく、インピーダンス整合を得ることができる。したがって、短時間に、インピーダンス整合を得ることができる。たとえ、初期負荷値情報の中に、インピーダンス整合を得ることができる負荷値に関する情報が存在しなかったとしても、整合負荷値導出手段によって、初期負荷値情報を用いて、整合負荷値情報が導出される。初期負荷値情報は、使用状態に対応しているので、ある程度インピーダンス整合が得られると予想される負荷値に関する情報となっている。したがって、整合負荷値情報を導出するまでに要する時間も短くて済む。以上のことより、携帯無線装置がどのような状態であっても、アンテナと信号処理装置との間のインピーダンスを瞬時に整合させることができ、結果、不整合損を低く抑え、かつ送受信感度を向上させることができる携帯無線装置が提供されることとなる。

#### 【００１８】

好ましくは、整合負荷値導出手段は、整合回路の負荷値を繰り返し変化させていくことによって、整合負荷値情報を導出するとよい。

#### 【００１９】

これにより、適切な整合負荷値情報を得ることができる。

#### 【００２０】

好ましくは、初期負荷値情報は、整合回路の負荷値を表す初期染色体であり、整合負荷値導出手段は、初期染色体を遺伝的アルゴリズムを用いて進化させていくことによって、整合負荷値情報を表す染色体を導出するとよい。

#### 【００２１】

このように、染色体を遺伝的アルゴリズムによって進化させていくことによって、整合負荷値情報を表す染色体を迅速に導き出すことができ、結果、アンテナと信号処理装置との間のインピーダンスを迅速に整合させることができる携帯無線装置が提供されることとなる。

#### 【0022】

好ましくは、整合負荷値導出手段は、整合回路の負荷値を最急降下法アルゴリズムを用いて微調整することによって、整合負荷値情報を導出するとよい。

#### 【0023】

このように、整合回路の負荷値を最急降下法アルゴリズムを用いて微調整することによって、インピーダンス整合を迅速に得ることができる。

#### 【0024】

好ましくは、整合回路は、負荷を選択するための複数のスイッチを含み、整合負荷値導出手段は、最も高い評価を有する初期負荷値情報に対応するように複数のスイッチを制御した状態を開始点として、複数のスイッチを切り替えながら、スイッチのオンオフに関する情報である整合負荷値情報を導出するとよい。

#### 【0025】

このように、最も高い評価を有する初期負荷値情報に対応するスイッチ状態を開始点とするので、インピーダンス整合を迅速に得ることができる。

#### 【0026】

好ましくは、整合負荷値導出手段は、整合負荷値情報を整合回路の負荷値を微調整することによって導出する局所的探索手段と、局所的探索手段によって整合負荷値情報を導出することができない場合、整合負荷値情報を導出するために必要な負荷値情報を新たに生成して、当該負荷値情報を用いて、整合負荷値情報を導出する大域的探索手段とを備え、局所的探索手段は、大域的探索手段によって整合負荷値情報を導出することができない場合、再度、整合回路の負荷値を微調整することによって整合負荷値情報を導出するとよい。

#### 【0027】

このように、局所的探索手段によっても、整合負荷値を導出することができない場合は、たとえば、整合回路が制御されている間に、使用状態が変化して、局所的な微調整では、整合負荷値を導出することができなかった場合が考えられる。本発明によれば、局所的探索手段によっても、整合負荷値を導出することができない場合、新たに負荷値情報を生成して、当該負荷値情報を用いて、インピーダンス整合が得られる整合負荷値情報が導出される。したがって、インピーダンス整合のための制御中に、使用状態が変化したとしても、インピーダンス整合が得られる無線携帯装置が提供されることとなる。また、局所的探索手段によって、より細かな微調整が実行されるので、精度よくインピーダンス整合を得ることができる。加えて、大域的探索手段による処理と局所的探索手段による処理とが交互に実行されることとなるので、携帯無線装置は、インピーダンス整合を得るための動作を繰り返すこととなる。

#### 【0028】

好ましくは、整合負荷値導出手段は、整合回路の負荷値を微調整することによって、整合負荷値情報を導出するとよい。

#### 【0029】

これにより、整合負荷値導出手段は、局所的探索処理を実行することとなるので、精度よくインピーダンス整合を得ることができる。

#### 【0030】

好ましくは、整合負荷値導出手段は、整合回路の負荷値を表す情報をランダム負荷値情報としてランダムに発生させ、発生させたランダム負荷値情報を評価し、インピーダンス整合が得られるランダム負荷値情報が存在すれば、当該ランダム負荷値情報に対応する負荷値を有するように整合回路を制御し、インピーダンス整合が得られるランダム負荷値情報が存在しない場合、初期負荷値情報およびランダム負荷値情報を用いて、整合負荷値情報を導出するとよい。

#### 【0031】

これにより、もし、初期負荷値情報の中に、インピーダンス整合を得ることができる負荷値に関する情報が存在しなかったとしても、新たに発生されたランダム負荷値情報の中

に、インピーダンス整合を得ることができる負荷値に関する情報が存在するか否かが判断されることとなる。したがって、迅速にインピーダンス整合を得ることができる。さらに、ランダム負荷値情報の中にも、適切な情報が存在しなかった場合、初期負荷値情報およびランダム負荷値情報を用いて、整合負荷値情報が導出されるので、より確実に、インピーダンス整合を得ることができる。

#### 【0032】

好ましくは、初期負荷値情報は、整合回路の負荷値を表す初期染色体であり、ランダム負荷値情報は、整合回路の負荷値を表すランダム染色体であり、整合負荷値導出手段は、初期染色体およびランダム染色体を遺伝的アルゴリズムを用いて進化させていくことによって、整合負荷値情報を導出するとよい。

#### 【0033】

このように、遺伝的アルゴリズムを用いて、整合負荷値情報を得るので、迅速に、インピーダンス整合を得ることができる。

#### 【0034】

好ましくは、整合負荷値導出手段は、初期染色体およびランダム染色体を進化させることによって得た染色体の内、最も評価の高い染色体に対応する整合回路の負荷値を微調整することによって、整合負荷値情報を導出するとよい。

#### 【0035】

このように、最も評価の高い染色体が用いられて整合回路の負荷値が微調整されるので、迅速に、整合負荷値情報を導出することができる。

#### 【0036】

好ましくは、整合負荷値導出手段は、微調整のための処理が所定の限界条件を満たした場合、新たな染色体を発生し、発生した新たな染色体を用いて、整合負荷値情報を導出するとよい。

#### 【0037】

たとえば、整合回路の負荷値を制御中に、使用状態が変化して、微調整のための処理では整合負荷値情報を得ることができなくなった場合、所定の限界条件が満たされることとなる。このような場合、新たな染色体を用いて、整合負荷値情報が導出されるので、整合回路の制御中に使用状態が変化したとしても、インピーダンス整合を得ることができる。

#### 【0038】

好ましくは、整合負荷値導出手段は、新たな染色体を評価し、インピーダンス整合が得られる染色体が存在すれば、当該染色体に対応する負荷値を有するように整合回路を制御し、インピーダンス整合が得られる染色体が存在しない場合、新たな染色体を遺伝的アルゴリズムを用いて進化させ、進化させた染色体を用いて、整合負荷値情報を導出する。

#### 【0039】

このように、新たな染色体を生成した場合、整合負荷値導出手段は、まず、新たな染色体を評価するので、迅速にインピーダンス整合が得られる。また、インピーダンス整合が得られる染色体が存在しない場合、遺伝的アルゴリズムを用いて、整合負荷値情報が導出されるので、迅速にインピーダンス整合が得られることとなる。

#### 【0040】

好ましくは、整合負荷値導出手段は、新たな染色体を進化させることによって得た染色体の内、最も評価の高い染色体に対応する整合回路の負荷値を微調整することによって、整合負荷値情報を導出するとよい。

#### 【0041】

このように、最も評価の高い染色体に対応する整合回路の負荷値を微調整することによって、迅速に整合負荷値情報を導出することができる。

#### 【0042】

好ましくは、制御部は、整合負荷値導出手段によって導出された整合負荷値情報を初期負荷値情報として、記憶部に追加登録する新規初期負荷値情報登録手段をさらに備え、制御部は、新たに追加登録された初期負荷値情報も用いて、次回からの制御を実行するとよ

い。

#### 【 0 0 4 3 】

このように、一度得られた整合負荷値情報が初期負荷値情報として登録され、次回からの制御において、新たに追加登録された初期負荷値情報が用いられるので、初期負荷値情報を評価する段階で、インピーダンス整合が得られる確率が向上する。同じユーザが携帯無線装置を操作している場合、インピーダンス整合のための負荷値は、似通った負荷値として集中するはずである。ゆえに、本発明のように、整合負荷値情報を初期負荷値情報として追加登録していくことによって、インピーダンス整合を得ることができる負荷値に関する情報が蓄積されていくこととなり、制御部による整合処理が繰り返される程、インピーダンス整合がより迅速に得られることとなっていく。

#### 【 0 0 4 4 】

好ましくは、携帯無線装置は、携帯電話であって、初期負荷値情報は、携帯電話が人体から離れた自由空間中に存在する状態のときにインピーダンスが整合すると予想される負荷値に関する情報と、携帯電話が通話中の状態で使用されるときにインピーダンスが整合すると予想される負荷値に関する情報と、携帯電話のメール機能を使用する状態のときにインピーダンスが整合すると予想される負荷値に関する情報とを含むとよい。

#### 【 0 0 4 5 】

これにより、携帯電話の典型的な使用状態と対応させた負荷値に関する情報が初期負荷値情報として登録されることとなるので、迅速にインピーダンス整合を得ることができる。

#### 【 0 0 4 6 】

好ましくは、整合回路と信号処理部との間に接続され、インピーダンスの整合度合いを検出する整合性検出部をさらに備え、制御部は、整合性検出部による検出結果に基づいて、インピーダンス整合が得られているか否かを判断するとよい。

#### 【 0 0 4 7 】

好ましくは、初期制御手段は、整合性検出部による検出結果に基づいて、整合回路の制御を開始するとよい。

#### 【 0 0 4 8 】

好ましくは、整合性検出部は、反射電圧または受信電力を検出し、携帯無線装置は、積分回路をさらに備え、整合性検出部が検出した反射電圧または受信電力は、積分回路を介して、制御部に入力されるとよい。

#### 【 0 0 4 9 】

これにより、安定的な反射電圧または受信電力を得ることができ、整合回路の制御が安定する。

#### 【 0 0 5 0 】

好ましくは、携帯無線装置の使用状態の変化を検出する使用状態変化検出部をさらに備え、初期制御手段は、使用状態変化検出部によって使用状態の変化が検出されたら、整合回路の制御を開始するとよい。

#### 【 0 0 5 1 】

好ましくは、初期制御手段は、使用状態変化検出部が検出した変化後の使用状態に対応する初期負荷値情報を最初に評価するとよい。

#### 【 0 0 5 2 】

これにより、インピーダンス整合が得られる確率が向上し、迅速にインピーダンス整合を得ることができる。

#### 【 0 0 5 3 】

たとえば、携帯無線装置は、携帯電話であって、使用状態変化検出部は、携帯電話の通話ボタンが押下されたか否かを検出することによって、使用状態が通話状態であるか否かを検出し、初期制御手段は、使用状態変化検出部によって通話状態であることが検出された場合、通話状態に対応する初期負荷値情報を最初に評価するとよい。

#### 【 0 0 5 4 】

たとえば、携帯無線装置は、折りたたみ式携帯電話であって、使用状態変化検出部は、折りたたみ式携帯電話の開閉を検出することによって、使用状態が開状態であるか閉状態であるかを検出し、初期制御手段は、使用状態変化検出部によって開状態であることが検出された場合、開状態に対応する初期負荷値情報を最初に評価し、使用状態変化検出部によって閉状態であることが検出された場合、閉状態に対応する初期負荷値情報を最初に評価するとよい。

【００５５】

たとえば、使用状態変化検出部は、温度を検出することによって、携帯無線装置の使用状態の変化を検出し、初期制御手段は、使用状態変化検出部によって検出された温度に対応する初期負荷値情報を最初に評価するとよい。

【００５６】

また、さらに、アンテナ以外の少なくとも一つの他のアンテナと、信号処理部とアンテナおよび他のアンテナとの接続を切り替えるためのスイッチ回路とを備え、整合回路は、アンテナおよび他のアンテナと信号処理部とをインピーダンス整合させ、制御部は、スイッチ回路の接続を制御するとよい。

【００５７】

これにより、ダイバシチ機能を有する携帯無線装置が提供されることとなる。

【００５８】

たとえば、整合回路は、負荷である少なくとも一つのリアクタンス素子および／または少なくとも一つのインダクタンス素子と、負荷を選択するための少なくとも一つのスイッチとを含むとよい。

【００５９】

たとえば、少なくとも一つのスイッチは、MEMS（Micro-Electro-Mechanical System）スイッチであるとよい。

【００６０】

これにより、整合回路による損失を軽減することができる。

【発明の効果】

【００６１】

このように、本発明によれば、携帯無線装置がどのような状態であっても、アンテナと信号処理部との間のインピーダンスを瞬時に適応的に整合させることができ、不整合損を低く抑え、かつ送受信感度を向上させることができる携帯無線装置が提供されることとなる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００６２】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、本発明は下記の実施形態に限定されるものではない。

【００６３】

（第１の実施形態）

図１は、本発明の第１の実施形態に係る携帯無線装置１の構成を示すブロック図である。図１において、携帯無線装置１は、アンテナ１０１と、整合回路１０２と、信号強度検出部１０３と、信号処理部１０４と、制御部１０５と、記憶部１０６とを備える。

【００６４】

アンテナ１０１によって受信された信号は、整合回路１０２および信号強度検出部１０３を介して、信号処理部１０４に送られ、信号処理される。整合回路１０２は、可変な負荷値を有している。信号強度検出部１０３は、受信信号の電力（受信電力）を検出し、検出した受信電力を制御部１０５に伝える。制御部１０５は、遺伝的アルゴリズムを用いて、受信電力をより大きくするために、整合回路１０２の負荷値を制御する。制御部１０５は、専用のマイクロプロセッサによって実現されてもよいし、記憶部１０６に格納されているプログラムを読み込んで実行することができる汎用のCPUによって実現されてもよい。記憶部１０６は、制御部１０５における遺伝的アルゴリズム（GA）で用いるための

染色体を記憶している。

#### 【0065】

図2は、整合回路102の回路構成を示すブロック図である。図2において、整合回路102は、直列負荷201と、並列負荷202と、直列バラクタダイオード203と、並列バラクタダイオード204とを含む。直列負荷201および並列負荷202は、少なくとも容量とインダクタのどちらか一つから構成される。直列バラクタダイオード203は、バラクタダイオードであって、直列のバラクタ電圧206が変化させられることによって、容量を変化させることができる。並列バラクタダイオード204は、バラクタダイオードであって、並列のバラクタ電圧207が変化させられることによって、容量を変化させることができる。このように、整合回路102は、可変な負荷値を有している。整合回路102は、初期状態において、自由空間で整合がとれるように、直列負荷201、並列負荷202、バラクタ電圧206が印加された直列バラクタダイオード203、およびバラクタ電圧207が印加された並列バラクタダイオード204で構成されている。GND205はグランドである。バラクタ電圧206、207は、制御部105によって制御される。

#### 【0066】

第1の実施形態では、バラクタ電圧206、207を示すパラメータとして、バラクタ電圧206を10倍して8ビットの2進数に変換したパラメータとバラクタ電圧207を10倍して8ビットの2進数に変換したパラメータとを結合した染色体が用いられる。

#### 【0067】

たとえば、直列バラクタダイオード203側のバラクタ電圧206を0[V]とし、並列バラクタダイオード204側のバラクタ電圧207を0[V]とした場合に対応する染色体について説明する。バラクタ電圧206である0[V]を10倍した値を8ビットの2進数に変換すると、「0000 0000」が得られる。バラクタ電圧207である0[V]を10倍した値を8ビットの2進数に変換すると、「0000 0000」が得られる。したがって、バラクタ電圧206、207を示す染色体として、「0000 0000」と「0000 0000」とを結合した「0000 0000 0000 0000」が用いられる。なお、染色体において、“0”および“1”を遺伝子と呼ぶ。

#### 【0068】

直列バラクタダイオード203側のバラクタ電圧206を1.2[V]とし、並列バラクタダイオード204側のバラクタ電圧207を2[V]とした場合に対応する染色体について説明する。バラクタ電圧206である1.2[V]を10倍した値を8ビットの2進数に変換すると、「0000 1100」が得られる。バラクタ電圧207である2[V]を10倍した値を8ビットの2進数に変換すると、「0001 0100」が得られる。したがって、バラクタ電圧206、207を示す染色体として、「0000 1100」と「0001 0100」とを結合した「0000 1100 0001 0100」が用いられる。

#### 【0069】

直列バラクタダイオード203側のバラクタ電圧206を0.5[V]とし、並列バラクタダイオード204側のバラクタ電圧207を1.5[V]とした場合に対応する染色体について説明する。バラクタ電圧206である0.5[V]を10倍した値を8ビットの2進数に変換すると、「0000 0101」が得られる。次に、バラクタ電圧207である1.5[V]を10倍した値を8ビットの2進数に変換すると、「0000 1111」が得られる。したがって、バラクタ電圧206、207を示す染色体として、「0000 0101」と「0000 1111」とを結合した「0000 0101 0000 1111」が用いられる。

#### 【0070】

記憶部106は、携帯無線装置の使用状態に対応させて、整合回路102の負荷値に関する情報を初期負荷値情報として記憶している。第1の実施形態において、記憶部106は、携帯無線装置1の典型的な使用状態において、インピーダンスが整合していると予想

されるバラクタ電圧を示す染色体（以下、初期染色体という）を、典型的な使用状態と対応させて予め記憶している。当該初期染色体が初期負荷値情報である。以下、初期染色体と典型的な使用状態とを対応させたテーブルを使用状態初期染色体テーブルという。第1の実施形態において、使用状態初期染色体テーブルを表す配列は、A（i）であるとする（iは整数）。

#### 【0071】

第1の実施形態では、染色体を自然淘汰、交叉、および突然変異させることによって、染色体を進化させていき、より最適にインピーダンス整合をとることができるバラクタ電圧206，207を決定していく。

#### 【0072】

図3は、使用状態初期染色体テーブルの一例を示す図である。携帯無線装置1の典型的使用状態として、たとえば、携帯電話が人体から離れて自由空間中に存在するときの状態、携帯電話が通話中で使用されるときの状態、携帯電話のメール機能を使用するときの状態がある。図3では、これらの使用状態と対応させて、初期染色体A（1），A（2），A（3）が定義されている。

#### 【0073】

自由空間中でアンテナ101と信号処理部104との間のインピーダンスが整合するには、バラクタ電圧206，207が、それぞれ、0[V]でなければならないとする。この場合、初期染色体A（1）は、「0000 0000 0000 0000」となる。

#### 【0074】

携帯無線装置1が通話姿勢状態で使用されるとき、アンテナ101と信号処理部104との間のインピーダンスが整合するには、バラクタ電圧206が1.2[V]であり、バラクタ電圧207が2[V]でなければならないと予想されているとする。この場合、初期染色体A（2）は、「0000 1100 0001 0100」となる。

#### 【0075】

携帯無線装置1がメール姿勢状態で使用されるとき、アンテナ101と信号処理部104との間のインピーダンスが整合するには、バラクタ電圧206が0.5[V]であり、バラクタ電圧207が1.5[V]でなければならないと予想されているとする。この場合、初期染色体A（3）は、「0000 0101 0000 1111」となる。

#### 【0076】

記憶部106は、整合回路102を制御するために用いた染色体に対応させて、当該染色体を用いたときの受信電力を記憶しておくための書き込み可能な領域を持っている。当該領域に記憶されるテーブルを染色体受信電力テーブルという。染色体受信電力テーブルを表す配列は、B（i）であるとする。

#### 【0077】

記憶部106は、自然淘汰後の染色体に対応させて、当該染色体を用いたときの受信電力を記憶しておくための書き込み可能な領域を持っている。当該領域に記憶されるテーブルを自然淘汰後染色体受信電力テーブルという。自然淘汰後染色体受信電力テーブルを表す配列は、C（i）であるとする。

#### 【0078】

記憶部106は、交叉後の染色体を記憶しておくための書き込み可能な領域を持っている。当該領域に記憶されるテーブルを交叉後染色体テーブルという。交叉後染色体テーブルを表す配列は、D（i）であるとする。

#### 【0079】

記憶部106は、突然変異後の染色体を記憶しておくための書き込み可能な領域を持っている。当該領域に記憶されるテーブルを突然変異後染色体テーブルという。突然変異後染色体テーブルを表す配列は、E（i）であるとする。

#### 【0080】

なお、上記テーブルを記憶するための領域は、一部が重複していてもよいし、重複した領域で上書きされてもよい。また、各テーブルは、世代毎に上書きされてもよいし、世代



毎に新たに作成されてもよい。

#### 【0081】

染色体Xa「0000 1100 0001 0100」と染色体Ya「0000 0101 0000 1111」とを交叉させる場合を例にとって、交叉の方法について説明する。染色体が交叉することによって、遺伝子の部分的な交換が行われる。たとえば、染色体Xa「0000 1100 0001 0100」における「\*\*\*\* \*100 \*\*\*\* 0100」と染色体Ya「0000 0101 0000 1111」における「\*\*\*\* \*101 \*\*\*\* 1111」とが交換されることによって、交叉が行われ、染色体Xbとして、「0000 1101 0001 1111」が生まれ、染色体Ybとして「0000 0100 0000 0100」が生まれる。なお、交換の位置は、ランダムに選ばれる。交叉の対象となる染色体を親の染色体と呼ぶ。

#### 【0082】

突然変異では、ランダムに選ばれた遺伝子が“1”から“0”、または“0”から“1”のように、反転する。たとえば、染色体Xc「0000 1101 0001 1111」が突然変異したとする。このとき、「\*\*\*\* \*\*\*\* \*\*\*\* #\*\*\*\*」に示すように、“#”の位置の遺伝子が反転したとする。これによって、染色体Xcが、染色体Xd「0000 1101 0001 0111」になる。遺伝子が反転する位置は、一箇所でもよいし、複数でもよく、ランダムに決められる。たとえば、「\*\*#\* \*\* \*#\* \*\*\*\* #\*\*\*\*」に示すように、“#”の位置の遺伝子が反転したとする。これによって、染色体Xdが突然変異して、染色体Xe「0010 1111 0001 1111」になる。

#### 【0083】

次に、第1の実施形態に係る携帯無線装置1の動作を説明する。

#### 【0084】

まず、前提として、信号強度検出部103は、常時、受信電力を検出し、検出した受信電力を制御部105に常時伝えるものとする。制御部105は、信号強度検出部103から伝えられる受信電力を平均化する。以下、単に受信電力といった場合、制御部105が平均化した受信電力のことをいう。

#### 【0085】

たとえば、当初、アンテナ101と信号処理部104とが自由空間中で整合しているものとする。そのときの受信電力を整合時受信電力RSSIAとする。その後、アンテナ101が人体に近接し、受信電力が整合時受信電力RSSIAからRSSIB（以下、変化時受信電力RSSIBという）に変化して小さくなったとする（この状態を第1の人体近接状態という）。なお、最初に想定される受信電力は、これに限られるものではない。

#### 【0086】

制御部105は、信号強度検出部103から伝えられる受信電力が小さくなったか否かを常時判断している。上述のように、整合時受信電力RSSIAから変化時受信電力RSSIBに変化した場合、制御部105は、受信電力をより大きくすることができるとするバラクタ電圧206、207に対応する染色体を、遺伝的アルゴリズムによって取得し、取得した染色体に基づいて、整合回路102を制御する。

#### 【0087】

図4は、第1の実施形態に係る制御部105の動作を示すフローチャートである。以下、図4を参照しながら、制御部105の動作について説明する。図4に示す動作は、信号強度検出部103によって検出されている受信電力が小さくなったことをトリガーにして開始する。なお、図4に示す動作は、信号強度検出部103によって検出されている受信電力がしきい値よりも小さくなったことをトリガーにして開始してもよい。また、ある一定幅以上受信電力が小さくなった場合に図4に示す動作が開始されてもよい。

#### 【0088】

まず、制御部105は、一世代目のステップS101において、記憶部106に記憶されている使用状態初期染色体テーブルを参照して、使用状態初期染色体テーブルで定義さ

れている染色体を全て用いて、整合回路102を制御し、適切な受信電力を得ることが出来る染色体が存在するか否かを判断する。制御部105は、使用状態初期染色体テーブルに定義されている染色体を全て用いる際、信号強度検出部103から得られる受信電力と用いた染色体とを対応付けて、記憶部106に格納する。適切な染色体が存在する場合、制御部105は、処理を終了する。一方、適切な染色体が存在しない場合、制御部105は、ステップS102以降の動作に進んで、染色体の自然淘汰、交叉、突然変異を実行して、遺伝子を組み替える。ステップS101における処理は、染色体の評価および遺伝子組み替えを実行するか否かを判断するための処理であるので、染色体評価・遺伝子組み換え実行判断処理という。

#### 【0089】

次に、制御部105は、ステップS102において、ステップS101で最も高い評価（受信電力）を得た染色体に対応するバイアス電圧を整合回路102に印加し、信号強度検出部103から得られる受信電力と用いた染色体とを対応付けて、記憶部106に格納する。

#### 【0090】

ステップS101およびS102の動作によって、染色体受信電力テーブルが完成する。図5は、染色体受信電力テーブルの一例を示す図である。図5に示すように、染色体受信電力テーブルでは、染色体と受信電力とが対応付けて登録されている。図5に示す染色体受信電力テーブルは、第一世代目に作成されたテーブルである。染色体B(2), B(3), B(4)は、ステップS101で登録された染色体であるので、初期染色体A(1), A(2), A(3)と同じである。染色体B(1)は、ステップS102で登録された染色体であり、初期染色体A(1), A(2), A(3)の中で、最も高い受信電力を得ることができた染色体となっている。ここでは、染色体B(1)は、初期染色体A(1)と同じであるとしている。したがって、受信電力RSSI1とRSSI2とは、同じ値である。染色体B(i)に対応する受信電力は、RSSI(i)であるとする。

#### 【0091】

ステップS102において、最も受信電力が高い染色体を用いて整合回路を制御する理由は、とりあえず、現段階で最も高い受信電力を得るためである。また、ステップS102において、最も受信電力が高い染色体が記憶部106に格納される理由は、遺伝子の組み替えの際に、優越な染色体を先祖とする確率を上げるためである。

#### 【0092】

次に、制御部105は、ステップS103において、染色体受信電力テーブルに登録されている染色体の中から、ある程度評価が高いと思われる染色体を選択することによって、染色体を自然淘汰する。制御部105は、自然淘汰後の染色体とそれを用いたときの受信電力とを記憶部106に格納し、自然淘汰後染色体受信電力テーブルを作成する。

#### 【0093】

図6は、自然淘汰後染色体受信電力テーブルの一例を示す図である。図5と図6とを比較すると分かるように、ステップS103における自然淘汰によって、染色体受信電力テーブルにおける染色体B(2), B(4)が一回選択され、染色体B(3)が二回選択され、染色体C(1), C(2), C(3), C(4)が自然淘汰後染色体受信電力テーブルに登録されている。

#### 【0094】

次に、制御部105は、ステップS104において、自然淘汰後染色体受信電力テーブルに登録されている染色体を交叉し、交叉後の染色体を交叉後染色体テーブルとして登録する。

#### 【0095】

図7は、交叉後染色体テーブルの一例を示す図である。図6と図7とを比較すると分かるように、ステップS104における交叉によって、染色体C(1)と染色体C(4)とが交叉され、遺伝子の一部が交換されることによって、染色体D(1)と染色体D(4)とが交叉後染色体テーブルに登録されている。なお、染色体C(2)と染色体C(3)と

は、交叉されずに、そのまま、染色体D（２），D（３）として、交叉後染色体テーブルに登録されている。

#### 【００９６】

次に、制御部１０５は、ステップＳ１０５において、交叉後染色体テーブルに登録されている染色体を突然変異させ、突然変異後の染色体を突然変異後染色体テーブルとして登録する。

#### 【００９７】

図８は、突然変異後染色体テーブルの一例を示す図である。図７と図８とを比較すると分かるように、ステップＳ１０５における突然変異によって、染色体D（１），D（２），D（４）が突然変異して、染色体E（１），E（２），E（４）として登録されている。なお、染色体D（３）は、突然変異せずに、そのまま、染色体E（３）として登録されている。

#### 【００９８】

ステップＳ１０５の後、制御部１０５は、ステップＳ１０１の動作に戻り、第二世代目以降の処理を実行する。第二世代目以降の処理では、制御部１０５は、ステップＳ１０１において、使用状態初期染色体テーブルに登録されている染色体を用いるのではなく、ステップＳ１０５で得た突然変異後染色体テーブルに登録されている染色体を全て用いて、整合回路１０２を制御し、適切な受信電力を得ることができる染色体が存在するか否かを判断する。第二世代目以降のステップＳ１０２においても、制御部１０５は、信号強度検出部１０３から得られる受信電力と用いた染色体とを対応付けて、記憶部１０６に格納する。適切な染色体が存在する場合、制御部１０５は、処理を終了する。一方、適切な染色体が存在しない場合、制御部１０５は、ステップＳ１０２の動作に進む。

#### 【００９９】

第二世代目以降のステップＳ１０２において、制御部１０５は、ステップＳ１０１で最も高い評価を得た染色体に対応するバイアス電圧を整合回路１０２に印加し、信号強度検出部１０３から得られる受信電力と用いた染色体とを対応付けて、記憶部１０６に格納する。

#### 【０１００】

ステップＳ１０１およびＳ１０２の動作によって、第二世代目以降の染色体受信電力テーブルが完成する。図９は、第二世代目以降の染色体受信電力テーブルの一例を示す図である。図９に示すように、染色体B（２），B（３），B（４），B（５）は、ステップＳ１０１で登録された染色体であり、突然変異後染色体テーブルにおける染色体E（１），E（２），E（３），E（４）と同じである。染色体B（１）は、ステップＳ１０２で登録された染色体であり、染色体E（１），E（２），E（３），E（４）の中で、最も高い受信電力を得ることができた染色体となっている。ここでは、染色体B（１）は、染色体E（２）および染色体B（３）と同じであるとしている。したがって、受信電力RSSI5とRSSI7とは、同じ値である。

#### 【０１０１】

次に、第二世代目以降のステップＳ１０３において、制御部１０５は、染色体受信電力テーブルに登録されている染色体を自然淘汰し、ある程度評価が高いと思われる染色体を選択し、自然淘汰後染色体受信電力テーブルを生成する。選択する染色体の数は、第一世代と同じであっても良いし、異なっても良い。

#### 【０１０２】

次に、第二世代目以降のステップＳ１０４において、制御部１０５は、自然淘汰後染色体受信電力テーブルに登録されている染色体を交叉し、交叉後の染色体を交叉後染色体テーブルに登録する。

#### 【０１０３】

次に、第二世代目以降のステップＳ１０５において、制御部１０５は、交叉後染色体テーブルに登録されている染色体を突然変異させ、突然変異後の染色体を突然変異後染色体テーブルに登録する。

#### 【0104】

その後、制御部105は、ステップS101の動作に戻り、突然変異後染色体テーブルに登録されている染色体を用いて、受信電力を評価し、適切な染色体が存在すれば、処理を終了し、適切な染色体が存在しなければ、次の世代の染色体を生成する動作を繰り返す。当該適切な染色体は、整合回路102によってインピーダンス整合が得られる負荷値に関する情報であるので、整合負荷値情報という。ステップS101において、制御部105は、所定の世代数を超過していると判断した場合、現在得られている染色体の中で、最も評価の高い染色体を用いて整合回路102を制御し、処理を終了する。

#### 【0105】

図10は、ステップS101における制御部105の動作の詳細を示すフローチャートである。以下、図10を参照しながら、ステップS101における制御部105の動作の動作について説明する。

#### 【0106】

まず、制御部105は、染色体が第一世代であるか否かを判断する（ステップS201）。なお、世代数は、染色体が世代交代する毎に、記憶部106に記憶させることによって、管理されている。染色体が第一世代である場合、制御部105は、 $i = 1$ と初期設定する（ステップS202）。染色体が第一世代でない場合、制御部105は、ステップS213の動作に進む。

#### 【0107】

ステップS202の後、制御部105は、整合回路102に対して現在与えているバラクタ電圧を染色体に変換し、得られた染色体を染色体B(1)とする（ステップS203）。次に、制御部105は、染色体B(1)を用いたときの受信電力を信号強度検出部103から得て、染色体B(1)と対応させて染色体受信電力テーブルに登録する（ステップS204）。なお、ステップS204において、染色体受信電力テーブルに染色体と受信電力とを新たに登録する場合、制御部105は、古い染色体受信電力テーブルをそれに先立ってクリアしておくものとする。ただし、世代数が分かるように染色体受信電力テーブルが管理されるのであれば、ステップS204において、染色体受信電力テーブルをクリアする必要はない。

#### 【0108】

次に、制御部105は、 $i$ を1増加させ（ステップS205）、記憶部106内の使用状態初期染色体テーブルから、初期染色体A( $i - 1$ )を取得する（ステップS206）。次に、制御部105は、取得した初期染色体A( $i - 1$ )をバラクタ電圧に変換し（ステップS207）、当該バラクタ電圧を整合回路102に印加する（ステップS208）。

#### 【0109】

次に、制御部105は、信号強度検出部103から受信電力を取得し（ステップS209）、取得した受信電力が適切な受信電力であるか否かを判断する（ステップS210）。

#### 【0110】

ステップS210において、たとえば、制御部105は、ステップS209で取得した受信電力が整合時受信電力RSSIA以上である場合、ステップS209で取得した受信電力は適切であると判断する。その他、制御部105は、以下のような判断基準を用いて、ステップS209で取得した受信電力が適切であるか否かを判断してもよい。たとえば、制御部105は、ステップS209で取得した受信電力が変化時受信電力RSSIAよりも所定の量以上大きい場合、ステップS209で取得した受信電力は適切であると判断してもよい。また、制御部105は、ステップS209で取得した受信電力がある所定のしきい値よりも大きい場合、ステップS209で取得した受信電力は適切であると判断してもよい。ステップS210における判断基準は、上記の判断基準に限定されるものではない。

#### 【0111】

ステップS 2 1 0において、受信電力が適切であると判断した場合、制御部1 0 5は、処理を終了して、当該受信電力を得られるバラクタ電圧を整合回路1 0 2に印加するのを継続する。一方、受信電力が適切でないと判断した場合、制御部1 0 5は、ステップS 2 1 1の動作に進む。

#### 【0 1 1 2】

ステップS 2 1 1において、制御部1 0 5は、初期染色体A ( $i - 1$ ) を染色体B ( $i$ ) として、初期染色体A ( $i - 1$ ) に対応する受信電力と共に、記憶部1 0 6に格納し、染色体受信電力テーブルに登録する。

#### 【0 1 1 3】

ステップS 2 1 1の後、制御部1 0 5は、全ての初期染色体A ( $i - 1$ ) について、受信電力を格納したか否かを判断する。格納していない場合、制御部1 0 5は、ステップS 2 0 5の動作に戻る。記憶している場合、制御部1 0 5は、ステップS 1 0 2の動作に進む。これによって、第一世代において、ステップS 1 0 1の動作が開始した当初のバラクタ電圧に対応する染色体が染色体B (1) として登録され、全ての初期染色体A ( $i$ ) が染色体B ( $i + 1$ ) として受信電力と対応付けられて登録される。

#### 【0 1 1 4】

ステップS 2 0 6～S 2 1 2において、制御部1 0 5は、記憶装置1 0 6に記憶されている初期染色体（初期負荷値情報）を評価して、インピーダンス整合が得られる初期染色体（初期負荷値情報）が存在すれば、当該初期染色体（初期負荷値情報）に対応する負荷値を整合回路1 0 2が有するように、整合回路1 0 2に当該初期染色体（初期負荷値情報）に対応するバラクタ電圧を印加する。S 2 0 6～S 2 1 2の処理を、初期制御処理という。

#### 【0 1 1 5】

ステップS 2 1 3において、制御部1 0 5は、世代数の上限を超えているか否かを判断する。世代数の上限を超えている場合、制御部1 0 5は、染色体受信電力テーブルを参照して、最も大きな受信電力を得ている染色体を利用して整合回路1 0 2を制御するようにして（ステップS 2 1 4）、処理を終了する。なお、ステップS 1 0 2において、制御部1 0 5は、最も高い評価の染色体を用いて整合回路1 0 2を制御しているので、ステップS 2 1 4の動作は必須ではない。

#### 【0 1 1 6】

一方、ステップS 2 1 3において、世代数の上限を超えていない場合、制御部1 0 5は、ステップS 2 1 5の動作に進んで、 $i = 1$ と初期設定する。

#### 【0 1 1 7】

ステップS 2 1 5の後、制御部1 0 5は、記憶部1 0 6に記憶されている突然変異後染色体テーブルを参照して、染色体E ( $i$ ) を取得する（ステップS 2 1 6）。次に、制御部1 0 5は、染色体E ( $i$ ) をバラクタ電圧に変換し（ステップS 2 1 7）、整合回路1 0 2に当該バラクタ電圧を印加する（ステップS 2 1 8）。

#### 【0 1 1 8】

次に、制御部1 0 5は、信号強度検出部1 0 3から受信電力を取得し（ステップS 2 1 9）、取得した受信電力が適切であるか否かを判断する（ステップS 2 2 0）。ステップS 2 2 0における具体的判断基準は、ステップS 2 1 0と同様である。受信電力が適切である場合、制御部1 0 5は、当該受信電力を得られるバラクタ電圧を整合回路1 0 2に印可するのを継続する。適切な受信電力を得ることができるバラクタ電圧に対応する染色体は、インピーダンス整合が得られる整合回路1 0 2の負荷値に関する情報であるので、整合負荷値情報という。一方、受信電力が適切でないと判断した場合、制御部1 0 5は、ステップS 2 2 1の動作に進む。

#### 【0 1 1 9】

ステップS 2 2 1において、制御部1 0 5は、染色体E ( $i$ ) を染色体B ( $i + 1$ ) とし、対応する受信電力を記憶部1 0 6に記憶させて、染色体受信電力テーブルに登録する。次に、制御部1 0 5は、全ての染色体E ( $i$ ) について受信電力を記憶したか否かを判

断する（ステップS 2 2 2）。全ての染色体E（i）について受信電力を記憶した場合、制御部105は、ステップS 1 0 2に動作に進む。一方、全ての染色体E（i）について受信電力を記憶していない場合、制御部105は、iを1増加させて（ステップS 2 2 3）、ステップS 2 1 6の動作に戻る。これによって、第二世代目以降において、突然変異後染色体テーブルに登録されている染色体E（i）が染色体B（i+1）として受信電力と対応つけられて登録される。なお、ステップS 2 2 2において、染色体受信電力テーブルに染色体と受信電力とを新たに登録する場合、制御部105は、古い染色体受信電力テーブルをそれに先立ってクリアしておくものとする。ただし、世代数が分かるように染色体受信電力テーブルが管理されるのであれば、ステップS 2 2 2において、染色体受信電力テーブルをクリアする必要はない。

#### 【0120】

図11は、図4におけるステップS 1 0 2での制御部105の詳細な動作を示すフローチャートである。以下、図11を参照しながら、図4におけるステップS 1 0 2での制御部105の詳細な動作について説明する。

#### 【0121】

まず、制御部105は、染色体受信電力テーブルを参照する（ステップS 3 0 1）。次に、制御部105は、染色体受信電力テーブルに登録されている染色体の内、最も受信電力の高い染色体を選択する（ステップS 3 0 2）。次に、制御部105は、選択した染色体を用いて整合回路を制御し（ステップS 3 0 3）、受信電力を取得する（ステップS 3 0 4）。次に、制御部105は、選択した染色体を染色体B（1）として、当該受信電力と対応させて、染色体受信電力テーブルに登録し（ステップS 3 0 5）、ステップS 1 0 3の動作に進む。これにより、ステップS 1 0 1で生成された染色体受信電力テーブルに含まれる染色体の内、最も受信電力が高い染色体が必ず、染色体B（1）として登録されることとなる。なお、第一世代において、ステップS 1 0 1の段階では、染色体B（1）は、ステップS 1 0 1がスタートした時点の染色体と対応する受信電力であった。また、第二世代以降において、ステップS 1 0 1の段階では、染色体B（1）は、空となっていた。

#### 【0122】

図12は、図4におけるステップS 1 0 3での制御部105の詳細な動作を示すフローチャートである。以下、図12を参照しながら、図4におけるステップS 1 0 3での制御部105の詳細な動作について説明する。

#### 【0123】

まず、制御部105は、N=0として初期設定する（ステップS 4 0 1）。ここで、Nは、自然淘汰によっていくつの染色体が選ばれてかをカウントするための値である。

#### 【0124】

次に、制御部105は、Nを1増加させ（ステップS 4 0 2）、染色体受信電力テーブルにおける全ての染色体B（i）に対して、数1で示す選択確率p（j）を割り当てる（ステップS 4 0 3）。これにより、たとえば、染色体B（1）に対して、選択確率q（1）が割り当てられ、染色体B（2）に対して、選択確率q（2）が割り当てられることとなる。

#### 【数1】

$$p(j) = \frac{RSSI(j)}{\sum_{i=0}^{Nc} RSSI(i)}$$

ここで、N cは、染色体の数を示す。

#### 【0125】

数1に示すように、受信電力が高い程、選択確率（適応度）が高くなる。

#### 【0126】

次に、制御部 105 は、染色体受信電力テーブルにおける全ての染色体 B (i) に対して、数 2 で示す累積確率 q (i) を割り当てる (ステップ S 404)。これにより、たとえば、染色体 B (1) に対して、累積確率 q (1) が割り当てられ、染色体 B (2) に対して、累積確率 q (2) が割り当てられることとなる。

【数 2】

$$q(i) = \sum_{j=1}^i p(j)$$

【0127】

数 1 および数 2 を用いることによって、受信電力が高い染色体が選択される確率が上がる。

【0128】

次に、制御部 105 は、乱数 r (0 < r < 1) を発生する (ステップ S 405)。

【0129】

次に、制御部 105 は、発生した乱数 r について、数 3 を満たす i を求め、q (i + 1) に対応する染色体 B (i + 1) を選択し、選択した染色体 B (i + 1) を染色体 C (N) として、選択した染色体 B (i + 1) に対応する受信電力と共に、自然淘汰後染色体受信電力テーブルに登録する (ステップ S 406)。

【数 3】

$$q(i) < r < q(i+1)$$

【0130】

次に、制御部 105 は、N = 4 であるか否かを判断する (ステップ S 407)。なお、ここで、N = 4 は、自然淘汰によって選択される染色体の上限数であり、当該上限数はこれに限られるものではない。但し、上限数を N = 4 以外にした場合、それに合わせて、自然淘汰後染色体受信電力テーブルに登録されている染色体の数が変わり、さらに、交叉後染色体テーブル、および突然変異後染色体テーブルに登録されている染色体の数が変わるので、後述のステップ S 506、および後述のステップ S 605 での判断基準も合わせて、登録されている染色体の数に合わせて変わる。

【0131】

ステップ S 407 において、N = 4 でないと判断した場合、制御部 105 は、ステップ S 402 の動作に戻り、1 増加させた N について、染色体 C (N) を登録する処理を実行する。一方、N = 4 であると判断した場合、制御部 105 は、ステップ S 104 の動作に進む。これによって、自然淘汰後染色体受信電力テーブルが完成する。

【0132】

図 13 は、図 4 におけるステップ S 104 での制御部 105 の詳細な動作を示すフローチャートである。以下、図 13 を参照しながら、図 4 におけるステップ S 104 での制御部 105 の詳細な動作について説明する。

【0133】

まず、制御部 105 は、i = 0 として初期設定する (ステップ S 501)。次に、制御部 105 は、i を 1 増加させ (ステップ S 502)、乱数 r (i) (0 < r (i) < 1) を発生する (ステップ S 503)。次に、制御部 105 は、数 4 を満たすか否かを判断する (ステップ S 504)。

【数 4】

$$r(i) < p_c$$

ここで、p c は、交叉確率であり、予め定められている。

#### 【0134】

数4を満たす場合、制御部105は、自然淘汰後染色体受信電力テーブルの中から、 $i$ に対応する染色体C( $i$ )を親として選択し(ステップS505)、ステップS506の動作に進む。一方、数4を満たさない場合、制御部105は、親を選択せずに、そのままステップS506の動作に進む。

#### 【0135】

ステップS506において、制御部105は、 $i=4$ であるか否かを判断する。先述のように、 $i=4$ という条件は、自然淘汰後染色体受信電力テーブルに登録されている染色体の数に合わせて変更される条件である。

#### 【0136】

$i=4$ でない場合、制御部105は、ステップS502の動作に戻って、親の選択を継続する。一方、 $i=4$ である場合、制御部105は、ステップS507の動作に進む。

#### 【0137】

ステップS507において、制御部105は、交叉位置をランダムに決定する。たとえば、制御部105は、染色体のビット(ここでは、16ビットとしている)毎に乱数 $r(k)$ ( $1 \leq k \leq 16$ )を発生し、発生した乱数 $r(k)$ が数5の条件を満たしているか否かを判断する。

#### 【数5】

$$r(k) < 0.5$$

#### 【0138】

数5の条件を満たしている場合、制御部105は、 $k$ に対応するビットを交叉位置として決定する。

#### 【0139】

ステップS507の後、制御部105は、ステップS505で選択された親の染色体の内、任意の二つの染色体を選んで、ステップS507で決定した交叉位置の遺伝子を入れ替えることによって、交叉を行う。制御部105は、交叉後の染色体および交叉を行わなかった染色体を染色体D( $i$ )として、交叉後染色体テーブルに登録し(ステップS508)、ステップS105の動作へ進む。なお、ステップS505で選択された親の染色体が一つである場合、制御部105は、親として選択したものの、交叉を行わない。また、ステップS505で選択された親の染色体が奇数個である場合、親として選択されたものの、交叉が行われない奇数個の染色体が存在する。これによって、交叉後染色体テーブルが完成する。

#### 【0140】

図14は、図4におけるステップS105での制御部105の詳細な動作を示すフローチャートである。以下、図14を参照しながら、図4におけるステップS105での制御部105の動作の詳細について説明する。

#### 【0141】

まず、制御部105は、 $i=0$ として初期設定する(ステップS601)。次に、制御部105は、 $i$ を1増加させる(ステップS602)。次に、制御部105は、交叉後染色体テーブル内の染色体D( $i$ )について、突然変異させるか否かをランダムに決定し、突然変異させる場合、突然変異させる遺伝子の位置をランダムに決定する(ステップS603)。具体的には、制御部105は、乱数 $r(1)$ ( $1 \leq l \leq 16$ )を発生し、乱数 $r(1)$ が数6を満たす場合、 $l$ に対応するビットを突然変異させる遺伝子の位置として決定する。

#### 【数6】

$$r(l) < pm$$



ここで、 $p_m$ は、突然変異確率であり、予め定められている。

#### 【0142】

次に、制御部105は、決定した位置の遺伝子を反転させて、突然変異を実行し、染色体E(i)として、突然変異後染色体テーブルに登録する(ステップS604)。ただし、突然変異されなかった遺伝子C(i)は、そのまま、遺伝子E(i)として登録される。

#### 【0143】

その後、制御部105は、 $i=4$ であるか否かを判断する(ステップS605)。 $i=4$ でない場合、制御部105は、ステップS602の動作に戻って、残りの遺伝子D(i)についての突然変異を実行する。一方、 $i=4$ である場合、突然変異後染色体テーブルが完成したこととなる。突然変異後染色体テーブルは、次の世代の遺伝子を示していることとなる。制御部105は、ステップS101の動作に戻り、次の世代の処理へと進む。なお、先述のように、 $i=4$ という条件は、自然淘汰後染色体受信電力テーブルに登録されている染色体の数に合わせて変更される条件である。

#### 【0144】

初期制御処理においてインピーダンス整合が得られる初期染色体(初期負荷値情報)が存在しない場合、第二世代目以降のステップS101~S105において、制御部105は、初期染色体(初期負荷値情報)を遺伝的アルゴリズムによって進化させていき、インピーダンス整合が得られる整合回路102の負荷値に対応する染色体(整合負荷値情報)を導出し、導出した染色体に対応する負荷値を有するように整合回路102を制御する。第二世代目以降のステップS101~S105の処理を整合負荷値導出処理という。

#### 【0145】

たとえば、自由空間中で整合している状態から、第1の人体近接状態に変化した場合、適切な受信電力を得ることができるバラクタ電圧を示す染色体が生成され、インピーダンスが整合されることとなる。その後、第1の人体近接状態から、自由空間中での状態に変化した場合、制御部105は、受信電力の変化を検出し、図4に示す処理を実行して、アンテナ101と信号処理部104との間のインピーダンス整合をとることができるバラクタ電圧を示す染色体を生成して、インピーダンスを整合させる。

#### 【0146】

このように、第1の実施形態では、受信電力の変化が検知された場合、制御部105は、まず、使用状態初期染色体テーブルに格納されている染色体を用いて、バラクタ電圧を整合回路102に印加する。適切な受信電力を得ることができる初期染色体が存在していれば、制御部105は、当該初期染色体に対応するバラクタ電圧を整合回路102に印加して、インピーダンスを整合させる。一方、適切な受信電力を得ることができる初期染色体が存在しない場合、制御部105は、初期染色体を遺伝的アルゴリズムによって進化させ、適切な染色体を得るように動作する。初期染色体の進化の際、制御部105は、初期染色体の中で、受信電力が高い染色体を優先的に選択する。したがって、初期染色体を適切な染色体に短時間で進化させることができる。よって、インピーダンスの整合が迅速に実行されることとなる。これにより、アンテナがおかれる様々な環境において、常にインピーダンスを適応的に制御することができるので、不整合損による損失を減らすことができ、常に安定した受信電力を得ることができる携帯無線装置が提供されることとなる。

#### 【0147】

また、携帯無線装置1は、使用状態に対応した染色体のみを記憶しておくだけで、インピーダンスを適応的に整合させることができるので、記憶しておくべき情報を削減することができる。

#### 【0148】

また、携帯無線装置1は、平均化された受信電力を用いるので、安定的な動作が可能となる。

#### 【0149】

なお、制御部105は、染色体を進化させる過程において、適切な染色体が見つかった

場合、新たに見つかった染色体を初期染色体（初期負荷値情報）として使用状態初期染色体テーブルに登録するようにしてもよい。具体的には、制御部１０５は、図１０のステップＳ２２０および／またはＳ２１４の後に、整合回路１０２の制御に用いた染色体を初期染色体として、記憶部１０６に登録する。図１５は、適切な染色体が見つかった場合、当該染色体を初期染色体として初期染色体テーブルに登録するようにしたときの図４におけるステップＳ１０１の動作の詳細を示すフローチャートである。図１５では、新たに初期染色体を使用状態初期染色体テーブルに登録するステップＳ２２４が追加されている点が図１０と異なる。なお、制御部１０５は、第１世代におけるステップＳ３０２で選択した染色体の使用状態を新たに登録する初期染色体の使用状態としてもよい。制御部１０５は、次回実行される図４の処理において、新たに登録した初期染色体も用いて、インピーダンスを整合するためのバラクタ電圧を決定していくとよい。これにより、染色体の進化を繰り返していくことによって、携帯無線装置１を使用するユーザに適合した染色体が初期染色体として蓄積されていくこととなる。よって、制御部１０５による処理が繰り返し実行される程、インピーダンスの整合のための時間が短縮されていくこととなる。

#### 【０１５０】

なお、第１の実施形態で示した遺伝的アルゴリズムは、あくまでも一例である。本発明で用いられる遺伝的アルゴリズムは、上述の遺伝的アルゴリズムに限定されるものではない。

#### 【０１５１】

##### （第２の実施形態）

第２の実施形態において、携帯無線装置のブロック構成は、第１の実施形態と同様であるので、図１を援用する。また、整合回路１０２のブロック構成も第１の実施形態と同様であるので、図２を援用する。

#### 【０１５２】

第２の実施形態では、直列のバラクタ電圧２０６および並列のバラクタ電圧２０７を示す初期パラメータが、使用状態と対応付けられて、使用状態初期パラメータテーブルとして、記憶部１０６に記憶されている。図１６は、第２の実施形態における使用状態初期パラメータテーブルの一例を示す図である。初期パラメータは、整合回路１０２の負荷値に関する情報であって、携帯無線装置の使用状態に対応しているので、初期負荷値情報と呼ばれる。

#### 【０１５３】

図１７、第２の実施形態における制御部１０５の動作を示すフローチャートである。以下、図１７を参照しながら、第２の実施形態における制御部１０５の動作について説明する。

#### 【０１５４】

図１７に示す動作は、第１の実施形態における図４の動作と同様のタイミングで開始する。

#### 【０１５５】

まず、制御部１０５は、ステップＳ７０１において、使用状態初期パラメータテーブルに登録されている初期パラメータを用いたときの受信電力を取得し、適切な受信電力を有する初期パラメータが存在するか否かを判断する。このような初期パラメータが存在する場合、制御部１０５は、当該初期パラメータを用いて、整合回路１０２を制御し、処理を終了する。一方、このような初期パラメータが存在しない場合、制御部１０５は、ステップＳ７０２の動作に進む。ステップＳ７０１において、制御部１０５は、現在のバラクタ電圧と受信電力とを対応付けて記憶部１０６に記憶させると共に、初期パラメータと受信電力とを対応付けて記憶部１０６に記憶させ、パラメータ受信電力テーブルを作成する。図１８は、パラメータ受信電力テーブルの一例を示す図である。

#### 【０１５６】

ステップＳ７０２において、制御部１０５は、パラメータ受信電力テーブルに登録されているパラメータの中で、最も受信電力が大きいパラメータを選択し、選択したパラメー

タに対応するバラクタ電圧を整合回路１０２に印加して、ステップＳ７０３の動作に進む。

#### 【０１５７】

ステップＳ７０３において、制御部１０５は、ステップＳ７０２で選択した最も受信電力が大きいパラメータを用いて、バラクタ電圧を最急降下法によって微調整することによって、整合回路１０２の負荷値を微調整し、インピーダンス整合させて、処理を終了する。

#### 【０１５８】

図１９は、ステップＳ７０１における制御部１０５の動作の詳細を示すフローチャートである。以下、図１９を参照しながら、ステップＳ７０１における制御部１０５の動作の詳細について説明する。

#### 【０１５９】

まず、制御部１０５は、現在のバラクタ電圧と現在の受信電力（以下、受信電力RSSIとする）とをパラメータ受信電力テーブルに登録する（ステップＳ８０１）。次に、制御部１０５は、記憶部１０６に格納されている使用状態初期パラメータテーブルから、初期パラメータを一つ取得し（ステップＳ８０２）、取得した初期パラメータに基づくバラクタ電圧を整合回路１０２に印加する（ステップＳ８０３）。次に、制御部１０５は、信号強度検出部１０３から受信電力を取得し（ステップＳ８０４）、取得した受信電力が適切であるか否かを判断する（ステップＳ８０５）。ステップＳ８０５における判断基準は、図１０のステップＳ２１０と同じである。

#### 【０１６０】

受信電力が適切である場合、制御部１０５は、処理を終了する。一方、受信電力が適切でない場合、制御部１０５は、当該初期パラメータと取得した受信電力とを対応付けて、パラメータ受信電力テーブルに登録し（ステップＳ８０６）、ステップＳ８０７の動作に進む。

#### 【０１６１】

ステップＳ８０７において、制御部１０５は、全ての初期パラメータに対応する受信電力を登録したか否かを判断する。登録していない場合、制御部１０５は、ステップＳ８０２の動作に戻る。これによって、全ての初期パラメータについて、適切な受信電力を得ることができるか否かが判断される。一方、登録された場合、制御部１０５は、ステップＳ７０２の動作に進む。

#### 【０１６２】

ステップＳ８０１～Ｓ８０７において、制御部１０５は、記憶装置１０６に記憶されている初期パラメータ（初期負荷値情報）評価して、インピーダンス整合が得られる初期パラメータ（初期負荷値情報）が存在すれば、当該初期パラメータ（初期負荷値情報）に対応する負荷値を整合回路１０２が有するように、整合回路１０２に当該初期パラメータ（初期負荷値情報）に対応するバラクタ電圧を印加する。ステップＳ８０１～Ｓ８０７の処理を、初期制御処理という。

#### 【０１６３】

図２０は、ステップＳ７０３における制御部１０５の動作の一部を示すフローチャートである。以下、図２０を参照しながら、ステップＳ７０３における制御部１０５の動作の一部について説明する。なお、制御を行う際に必要となる初期変化量 $\Delta$ 、終了値EVは予め定められている。また、符号S1、S2の初期値は、1である。

#### 【０１６４】

まず、制御部１０５は、変化量 $\Delta 1$ および変化量 $\Delta 2$ に対して、初期変化量 $\Delta$ を代入する（ステップＳ９０１）。次に、制御部１０５は、ステップＳ７０２で選択した最も評価の高いパラメータが示す直列のバラクタ電圧に対して、符号S1 $\times$ 変化量 $\Delta 1$ を加える（ステップＳ９０２）。次に、制御部１０５は、ステップＳ９０２で得た直列のバラクタ電圧とステップＳ７０２で選択したパラメータが示す並列のバラクタ電圧とを整合回路１０２の直列バラクタダイオード２０３と並列バラクタダイオード２０４とに印加する（ステ

ップS 9 0 3)。次に、制御部1 0 5は、受信電力を取得し、取得した受信電力をRSSIとする（ステップS 9 0 4）。

#### 【0 1 6 5】

次に、制御部1 0 5は、ステップS 9 0 4で取得した受信電力RSSIが適切であるか否かを判断する（ステップS 9 0 5）。ステップS 9 0 5での判断手法は、図1 0のステップS 2 1 0と同じである。受信電力が適切である場合、制御部1 0 5は、処理を終了する。適切な受信電力を得ることができるここでのバラクタ電圧は、インピーダンス整合が得られる整合回路1 0 2の負荷値に関する情報であるので、整合負荷値情報という。一方、受信電力が適切でない場合、制御部1 0 5は、受信電力RSSIが受信電力RSSI 1よりも小さいか否かを判断する（ステップS 9 0 6）。ステップS 9 0 6の判断によって、直列のバラクタ電圧を変化量 $\Delta 1$ だけ変化させることが、受信電力を大きくすることとつながるのかが判断される。

#### 【0 1 6 6】

ステップS 9 0 6において、RSSIがRSSI 1よりも小さいと判断した場合、制御部1 0 5は、符号S 1を反転させる（ステップS 9 0 7）。次に、制御部1 0 5は、直列のバラクタ電圧に対して、 $2 \times$ 符号S 1 $\times$ 変化量 $\Delta 1$ を加える（ステップS 9 0 8）。これによって、直列のバラクタ電圧がステップS 9 0 2とは逆方向に変化することとなる。次に、制御部1 0 5は、ステップS 9 0 8で得た直列のバラクタ電圧とステップS 7 0 2で得た並列のバラクタ電圧とを整合回路1 0 2に印加して（ステップS 9 0 9）、受信電力を取得し、取得した受信電力をRSSIとし（ステップS 9 1 0）、ステップS 9 1 1の動作に進む。ただし、ステップS 9 0 8で得た直列のバラクタ電圧が負となる場合、制御部1 0 5は、整合回路1 0 2に対して、0 Vの電圧を印加する。以下、同様に、変化後の直列のバラクタ電圧が負の場合、整合回路1 0 2に印加する電圧は0 Vであるとする。

#### 【0 1 6 7】

ステップS 9 0 6において、RSSIがRSSI 1よりも小さくないと判断した場合、制御部1 0 5は、受信電力RSSI 1をステップS 9 0 4で取得した受信電力RSSIに置き換えて（ステップS 9 0 6 a）、ステップS 9 0 2の動作に戻る。これによって、さらに直列のバラクタ電圧を変化させ、より高い受信電力を得ることができるか否かの判断が進む。

#### 【0 1 6 8】

ステップS 9 1 1において、制御部1 0 5は、ステップS 9 1 0で取得した受信電力RSSIが適切であるか否かを判断する。ステップS 9 1 1における判断基準は、図1 0のステップS 2 1 0と同じである。受信電力が適切であると判断した場合、制御部1 0 5は、処理を終了する。ここでのバラクタ電圧は、整合負荷値情報である。一方、受信電力が適切でないと判断した場合、制御部1 0 5は、ステップS 9 1 0で取得した受信電力RSSIが受信電力RSSI 1よりも小さいか否かを判断する（ステップS 9 1 2）。

#### 【0 1 6 9】

ステップS 9 1 2において、RSSIがRSSI 1よりも小さいと判断した場合、制御部1 0 5は、符号S 1を反転させ（ステップS 9 1 3）、直列のバラクタ電圧に対して、符号S 1 $\times$ 変化量 $\Delta 1$ を加算する（ステップS 9 1 4）。これにより、直列のバラクタ電圧が図2 0の動作が開始した段階に戻る。次に、制御部1 0 5は、変化量 $\Delta 1$ を $1/2$ 倍に更新する（ステップS 9 1 5）。次に、制御部1 0 5は、更新後の変化量 $\Delta 1$ が終了値EVよりも大きいのか否かを判断する（ステップS 9 1 6）。

#### 【0 1 7 0】

ステップS 9 1 2において、RSSIがRSSI 1よりも小さくないと判断した場合、制御部1 0 5は、受信電力RSSI 1をステップS 9 1 0で取得した受信電力RSSIに置き換えて（ステップS 9 1 2 a）、ステップS 9 0 2の動作に戻る。

#### 【0 1 7 1】

ステップS 9 1 6において、変化量 $\Delta 1$ が終了値EVよりも大きい場合、制御部1 0 5は、ステップS 9 0 2の動作に戻る。これにより、より小さい変化量を用いて、直列のバ

ラクタ電圧が調整されることとなる。一方、変化量 $\Delta 1$ が終了値E Vより大きくない場合、制御部105は、ステップS917の動作に進む。

#### 【0172】

図21は、ステップS917以降の制御部105の動作の詳細を示すフローチャートである。以下、図21を参照しながら、ステップS917以降の制御部105の動作の詳細について説明する。

#### 【0173】

ステップS917において、制御部105は、ステップS702で選択したパラメータが示す並列のバラクタ電圧に対して、符号S2×変化量 $\Delta 2$ を加える。次に、制御部105は、ステップS917で得た並列のバラクタ電圧とステップS916以前で得た直列のバラクタ電圧とを整合回路102の直列のバラクタダイオード203と並列のバラクタダイオード204とに印加する（ステップS918）。次に、制御部105は、受信電力を取得し、取得した受信電力をRSSIとする（ステップS919）。

#### 【0174】

次に、制御部105は、ステップS919で取得した受信電力RSSIが適切であるか否かを判断する（ステップS920）。ステップS920での判断手法は、図10のステップS210と同じである。受信電力が適切である場合、制御部105は、処理を終了する。ここでのバラクタ電圧は、整合負荷値情報である。一方、受信電力が適切でない場合、制御部105は、ステップS919で取得した受信電力RSSIが受信電力RSSI1よりも小さいか否かを判断する（ステップS921）。ステップS921の判断によって、並列のバラクタ電圧を変化量 $\Delta 2$ だけ変化させることが、受信電力を大きくすることにつながるのか判断される。

#### 【0175】

ステップS921において、RSSIがRSSI1よりも小さいと判断した場合、制御部105は、符号S2を反転させる（ステップS922）。次に、制御部105は、並列のバラクタ電圧に対して、2×符号S2×変化量 $\Delta 2$ を加える（ステップS923）。これによって、並列のバラクタ電圧がステップS917とは逆方向に変化することとなる。次に、制御部105は、ステップS923で得た並列のバラクタ電圧とステップS916以前で得た直列のバラクタ電圧とを整合回路102に印加して（ステップS924）、受信電力を取得し、取得した受信電力をRSSIとし（ステップS925）、ステップS926の動作に進む。ただし、ステップS923で得た並列のバラクタ電圧が負となる場合、制御部105は、整合回路102に対して、0Vの電圧を印加する。以下、同様に、変化後の並列のバラクタ電圧が負の場合、整合回路102に印加する電圧は0Vであるとする。

#### 【0176】

ステップS922において、RSSIがRSSI1よりも小さくないと判断した場合、制御部105は、受信電力RSSI1をステップS919で取得した受信電力RSSIに置き換えて（ステップS921a）、ステップS917の動作に戻る。

#### 【0177】

ステップS926において、制御部105は、ステップS925で取得した受信電力RSSIが適切であるか否かを判断する。ステップS926における判断基準は、図10のステップS210と同じである。受信電力が適切であると判断した場合、制御部105は、処理を終了する。ここでのバラクタ電圧は、整合負荷値情報である。一方、受信電力が適切でないと判断した場合、制御部105は、ステップS925で取得した受信電力RSSIが受信電力RSSI1よりも小さいか否かを判断する（ステップS927）。

#### 【0178】

ステップS927において、RSSIがRSSI1よりも小さいと判断した場合、制御部105は、符号S2を反転させ（ステップS928）、並列のバラクタ電圧に対して、符号S2×変化量 $\Delta 2$ を加算する（ステップS929）。これにより、直列のバラクタ電圧が図21の動作が開始した段階に戻る。次に、制御部105は、変化量 $\Delta 2$ を1/2倍

に更新する（ステップS 9 3 0）。次に、制御部1 0 5は、更新後の変化量 $\Delta 2$ が終了値E Vよりも大きいかな否かを判断する（ステップS 9 3 1）。

【0 1 7 9】

ステップS 9 2 7において、RSSIがRSSI 1よりも小さくないと判断した場合、制御部1 0 5は、受信電力RSSI 1をステップ9 2 5で取得した受信電力RSSIに置き換えて（ステップS 9 2 7 a）、ステップS 9 1 7の動作に戻る。

【0 1 8 0】

ステップS 9 3 6において、変化量 $\Delta 2$ が終了値E Vよりも大きい場合、制御部1 0 5は、ステップS 9 1 7の動作に戻る。これにより、より小さい変化量を用いて、直列のバラクタ電圧が調整されることとなる。一方、変化量 $\Delta 2$ が終了値E Vより大きくない場合、制御部1 0 5は、処理を終了する。

【0 1 8 1】

初期制御処理においてインピーダンス整合が得られる初期パラメータ（初期負荷情報）が存在しない場合、ステップS 7 0 2，S 9 0 1～9 3 1において、最急降下法アルゴリズムを用いて、バラクタ電圧を微調整することによって整合回路1 0 2の負荷値を微調整し、インピーダンス整合が得られる整合回路1 0 2の負荷値に対応するバラクタ電圧（整合負荷情報）導出し、導出したバラクタ電圧を印可して、整合回路1 0 2を制御する。ステップS 7 0 2，S 9 0 1～9 3 1の処理が、整合負荷値導出処理である。

【0 1 8 2】

このように、第2の実施形態では、受信電力の変化が検知された場合、制御部1 0 5は、まず、使用状態初期パラメータテーブルに格納されている染色体を用いて、バラクタ電圧を整合回路1 0 2に印加する。適切な受信電力を得ることができる初期パラメータが存在していれば、制御部1 0 5は、当該初期パラメータに対応するバラクタ電圧を整合回路に印加して、インピーダンスを整合させる。一方、適切な受信電力を得ることができる初期パラメータが存在しない場合、制御部1 0 5は、最も高い受信電力を得ることができる初期パラメータを選択して、当該パラメータに対応するバラクタ電圧を印加して、整合回路を制御する。その上で、制御部1 0 5は、印加しているバラクタ電圧を最急降下法によって微調整し、適切な受信電力を得るように動作する。したがって、バラクタ電圧を短時間で適切な値に変化させることができる。よって、インピーダンスの整合が迅速に実行されることとなる。これにより、アンテナがおかれる様々な環境において、常にインピーダンスを適応的に制御することができるので、不整合損による損失を減らすことができ、常に安定した受信電力を得ることができる携帯無線装置が提供されることとなる。

【0 1 8 3】

また、携帯無線装置1は、使用状態に対応したパラメータのみを記憶しておくだけで、インピーダンスを適応的に整合させることができるので、記憶しておくべき情報を削減することができる。

【0 1 8 4】

また、携帯無線装置1は、平均化された受信電力を用いるので、安定的な動作が可能となる。

【0 1 8 5】

なお、制御部1 0 5は、バラクタ電圧を最急降下法によって微調整する過程において、適切なバラクタ電圧が見つかった場合、当該バラクタ電圧に対応するパラメータを使用状態初期パラメータテーブルに登録するようにしてもよい。具体的には、制御部1 0 5は、図2 0のステップS 9 0 5の後、ステップS 9 1 1の後、図2 1のステップS 9 2 0の後、およびステップS 9 2 6の後に、整合回路1 0 2を制御しているバラクタ電圧に対応するパラメータを記憶部1 0 6に登録する。制御部1 0 5は、次回実行される図1 7の処理において、新たに登録した初期パラメータを用いて、インピーダンスを整合するためのバラクタ電圧を決定していくとよい。これにより、バラクタ電圧の微調整を繰り返していくことによって、携帯無線装置1を使用するユーザに適合したパラメータが初期パラメータとして蓄積されていくこととなる。よって、制御部1 0 5による処理が繰り返し実行され

る程、インピーダンスの整合のための時間が短縮されていくこととなる。

#### 【0186】

なお、第2の実施形態で示した最急降下法アルゴリズムは、あくまでも一例である。本発明で用いられる最急降下法アルゴリズムは、上述の最急降下法アルゴリズムに限定されるものではない。

#### 【0187】

（第3の実施形態）

第3の実施形態では、別の制御方法によってインピーダンスを適応的に制御する実施形態について説明する。第3の実施形態において、携帯無線装置の構成は、第1の実施形態と同様であるので、図1を援用することとする。また、携帯無線装置1内の整合回路102の構成も第1の実施形態と同様であるので、図2を援用することとする。信号強度検出部103および信号処理部104の動作は、第1の実施形態と同様である。第3の実施形態において、記憶部106には、第1の実施形態と同様の使用状態初期染色体テーブルが格納されているので、図3を援用する。制御部105の動作は、第1の実施形態と異なる。以下、制御部105の動作を中心に、第3の実施形態における携帯無線装置1の動作について説明する。

#### 【0188】

図22は、第3の実施形態における制御部105の動作を示すフローチャートである。以下、図22を参照しながら、第3の実施形態における制御部105の動作について説明する。なお、図22に示す動作は、第1の実施形態における図4の動作と同様のタイミングで開始する。なお、初期変化量 $\Delta$ 、終了値 $E/V$ および染色体の遺伝子数 $N$ 、染色体数 $N_C$ 、および上限世代数 $N_{mg}$ は、予め定められている。また、符号 $S1$ 、 $S2$ の初期値を1とする。

#### 【0189】

まず、制御部105は、使用状態初期染色体テーブルに格納されている初期染色体（初期負荷値情報）を用いて整合回路102に印可するバラクタ電圧を制御し、適切な受信電力を得ることができる初期染色体が存在すれば、当該初期染色体を用いて整合回路102を制御して、処理を終了する。適切な受信電力を得ることができる初期染色体が存在しない場合、制御部105は、新たな染色体を発生させて、新たな染色体の中に、適切な受信電力を得ることができる染色体が存在すれば、当該染色体を用いて整合回路102を制御して、処理を終了する。また、制御部105は、染色体を進化させていき、進化させた染色体の中に、適切な受信電力を得ることができる染色体が存在すれば、当該染色体を用いて整合回路102を制御して、処理を終了する。進化させた染色体の中にも適切な受信電力を得ることができる染色体がない場合、制御部105は、ステップ $S1002$ の局所探索処理に進んで、整合回路102のインピーダンスを微調整する。

#### 【0190】

次に、制御部105は、局所的探索処理として、ステップ $S1001$ で選択した染色体に基づいて、整合回路102に印加するバラクタ電圧を微調整する（ステップ $S1002$ ）。ステップ $S1002$ の処理において、適切なバラクタ電圧が見つからなかった場合、制御部105は、大域的探索処理であるステップ $S1003$ の動作に進む。一方、ステップ $S1002$ において、適切なバラクタ電圧が見つかった場合、制御部105は、処理を終了する。

#### 【0191】

ステップ $S1003$ において、制御部105は、大域的探索処理として、染色体をランダムに発生させて、遺伝的アルゴリズムを用いて、発生させた染色体を進化させ、適切な染色体が発生したか否かを判断する。適切な染色体が発生した場合、制御部105は、処理を終了する。一方、適切な染色体が発生していない場合、制御部105は、最も高い受信電力が得られる染色体を選択して、局所的探索処理であるステップ $S1002$ の動作に戻る。

#### 【0192】

図 2 3 A は、ステップ S 1 0 0 1 における制御部 1 0 5 の動作の詳細を示すフローチャートである。以下、図 2 3 A を参照しながら、ステップ S 1 0 0 1 における制御部 1 0 5 の動作の詳細について説明する。

【0 1 9 3】

まず、制御部 1 0 5 は、初期設定として、 $k = 0$  とする（ステップ S 1 1 0 1）。

【0 1 9 4】

次に、制御部 1 0 5 は、ステップ S 1 1 0 2 において、初期染色体テーブルの中に、適切な受信電力を得ることができる初期染色体が存在するか否かを判断し、適切な受信電力を得ることができる初期染色体が存在すれば、処理を終了する。適切な受信電力を得ることができる初期染色体が存在しなければ、初期染色体と合わせて合計  $N_c$  個の染色体が得られるように、新たな染色体をランダムに生成し、生成した染色体を記憶部 1 0 6 に格納する。ステップ S 1 1 0 2 において、制御部 1 0 5 は、初期染色体に対応する受信電力の中で、最も大きい受信電力を終了基準値  $R_L$  とする。

【0 1 9 5】

次に、制御部 1 0 5 は、 $k$  を 1 増加させる（ステップ S 1 1 0 3）。

【0 1 9 6】

次に、制御部 1 0 5 は、全ての  $i$  ( $1 \leq i \leq N_c$ ) に対して、記憶部 1 0 6 から染色体  $A(i)$  を取得して、取得した染色体を評価する（ステップ S 1 1 0 4）。ステップ S 1 1 0 4 において、適切な染色体が存在すれば、制御部 1 0 5 は、処理を終了する。一方、ステップ S 1 1 0 4 において、適切な染色体が存在しない場合、制御部 1 0 5 は、ステップ S 1 1 0 5 の動作に進む。

【0 1 9 7】

ステップ S 1 1 0 5 において、制御部 1 0 5 は、ステップ S 1 1 0 4 での評価において、最も高い評価を得た染色体を選択し、選択した染色体に対応するバラクタ電圧で整合回路 1 0 2 を制御する。

【0 1 9 8】

次に、制御部 1 0 5 は、記憶部 1 0 6 に格納されている染色体を自然淘汰する（ステップ S 1 1 0 6）。次に、制御部 1 0 5 は、ステップ S 1 1 0 6 での自然淘汰によって得られた染色体を交叉させる（ステップ S 1 1 0 7）。次に、制御部 1 0 5 は、ステップ S 1 1 0 7 での交叉によって得られた染色体を突然変異させる（ステップ S 1 1 0 8）。

【0 1 9 9】

次に、制御部 1 0 5 は、 $k$  が上限世代数  $N_{mg}$  であるか否かを判断する（ステップ S 1 1 0 9）。 $k$  が上限世代数  $N_{mg}$  でない場合、制御部 1 0 5 は、ステップ S 1 1 0 3 の動作に戻って、次の世代の染色体の評価を実行する。一方、 $k$  が上限世代数  $N_{mg}$  である場合、制御部 1 0 5 は、ステップ S 1 1 1 0 の動作に進む。

【0 2 0 0】

ステップ S 1 1 1 0 において、制御部 1 0 5 は、最も高い受信電力が終了基準値  $R_L$  と同じであるか否かを判断する。最も高い受信電力が終了基準電力  $R_L$  と同じである場合、制御部 1 0 5 は、局所的探索処理（ステップ S 1 0 0 2）に進む。一方、最も高い受信電力が終了基準電力  $R_L$  と同じでない場合、制御部 1 0 5 は、ステップ S 1 1 1 1 の動作に進む。

【0 2 0 1】

ステップ S 1 1 1 1 において、制御部 1 0 5 は、最も高い受信電力を終了基準電力  $R_L$  とし、 $k$  を 0 にして、ステップ S 1 1 0 3 の動作に戻る。これにより、世代数  $N_{mg}$  の GA を一単位として、その GA 単位毎に処理が行われた結果、得られた解に変化が無ければ処理を終了することとなる。従って、動作が可能な必要最小限の世代数  $N_{mg}$  で最適化を行うことによって、最適化の効率が向上することとなる。

【0 2 0 2】

このようにして、上限世代数分だけ染色体を進化させ、それによって得られた染色体の中で、最も受信電力が高い染色体が選択されることとなる。



#### 【0203】

図23Bは、図23AにおけるステップS1102での制御部105の動作の詳細を示すフローチャートである。以下、図23Bを参照しながら、図23AにおけるステップS1102での制御部105の動作の詳細について説明する。

#### 【0204】

まず、制御部105は、初期設定として、 $i = 0$ とし（ステップS1120）、次に、 $i$ を1増加させて（ステップS1121）、初期染色体を一つ取得する（ステップS1122）。次に、制御部105は、取得した染色体をバラクタ電圧に変換し（ステップS1123）、当該バラクタ電圧を整合回路102に印可する（ステップS1124）。次に、制御部105は、信号強度検出部103から受信電力を取得し（ステップS1125）、取得した受信電力が適切であるか否かを判断する（ステップS1126）。ステップS1126での判断基準は、図10におけるステップS210と同様である。

#### 【0205】

適切な受信電力である場合、制御部105は、処理を終了する。一方、適切な受信電力でない場合、制御部105は、当該初期染色体と受信電力とを染色体A( $i$ )とし、当該受信電力を受信電力RSSI( $i$ )として、記憶部106に格納し（ステップS1127）、ステップS1128の動作に進む。

#### 【0206】

ステップS1128において、制御部105は、全ての初期染色体について、受信電力を評価したか否かを判断する。全ての初期染色体について評価していない場合、制御部105は、ステップS1121の動作に戻って、別の染色体の評価を続ける。一方、全ての初期染色体について評価している場合、制御部105は、ステップS1129の動作に進む。

#### 【0207】

ステップS1121～S1128において、制御部105は、記憶装置106に記憶されている初期染色体（初期負荷値情報）を評価して、インピーダンス整合が得られる初期染色体（初期負荷値情報）が存在すれば、当該初期染色体（初期負荷値情報）に対応する負荷値を整合回路102が有するように、整合回路102に当該初期染色体（初期負荷値情報）に対応するバラクタ電圧を印加する。S1121～S1128の処理を、初期制御処理という。

#### 【0208】

ステップS1129において、制御部105は、 $N_c - N_f$ 個の染色体をランダムに生成して、染色体A( $N_f + 1$ )～A( $N_c$ )として、記憶部106に格納して、処理を終了する。当該ランダムに発生させた染色体（ランダム染色体という）は、整合回路102の負荷値を表す情報であるので、ランダム負荷値情報という。なお、染色体をランダムに生成する方法は、以下のようなものである。たとえば、制御部105は、乱数 $r$  ( $0 < r < 1$ )を発生させ、 $r < 0.5$ であるか否かを判断する。 $r < 0.5$ である場合、制御部105は、一つの遺伝子を“0”であるとする。 $r < 0.5$ でない場合、制御部105は、一つの遺伝子を“1”であるとする。このようにして、制御部105は、Nビットの遺伝子をランダムに生成して、一つの染色体を生成する。

#### 【0209】

図24は、図23AにおけるステップS1104での制御部105の動作の詳細を示すフローチャートである。以下、図24を参照しながら、図23Aにおけるステップ1104での制御部105の動作の詳細を説明する。

#### 【0210】

まず、制御部105は、初期設定として、 $i = 0$ とする（ステップS1201）。次に、制御部105は、 $i$ を1増加させる（ステップS1202）。次に、制御部105は、記憶部106から、染色体A( $i$ )を取得し（ステップS1203）、取得した染色体A( $i$ )に対応するバラクタ電圧を算出する（ステップS1204）。

#### 【0211】

次に、制御部105は、ステップS1204で求めたバラクタ電圧を整合回路102に印加して（ステップS1205）、信号強度検出部103から受信電力RSSI(i)を取得する（ステップS1206）。

#### 【0212】

次に、制御部105は、取得した受信電力RSSI(i)が適切であるか否かを判断する（ステップS1207）。ステップS1207における判断基準は、図10におけるステップS210と同様である。受信電力RSSI(i)が適切である場合、制御部105は、処理を終了する。一方、受信電力RSSI(i)が適切でない場合、制御部105は、染色体A(i)と受信電力RSSI(i)とを対応つけて、記憶部106に格納する（ステップS1208）。

#### 【0213】

次に、制御部105は、 $i = N_c$ であるか否かを判断する（ステップS1209）。 $i = N_c$ でない場合、制御部105は、ステップS1202の動作に戻って、全てのiに対して、受信電力RSSI(i)が適切であるか否かの判断を継続する。一方、 $i = N_c$ である場合、制御部105は、ステップS1105の動作に進む。

#### 【0214】

このようにステップS1104において、制御部105は、ランダム染色体（ランダム負荷値情報）を評価して、インピーダンス整合が得られるランダム染色体（ランダム負荷値情報）が存在すれば、当該ランダム染色体（ランダム負荷値情報）に対応する負荷値が得られるように整合回路102を制御する。インピーダンス整合が得られるランダム染色体（ランダム負荷値情報）が存在しない場合、制御部105は、ステップS105以降の処理に進んで、初期染色体（初期負荷値情報）およびランダム染色体（ランダム負荷値情報）を用いて、インピーダンス整合が得られる染色体（整合負荷値情報）を導出する。

#### 【0215】

図25は、図23AにおけるステップS1105での制御部105の動作の詳細を示すフローチャートである。以下、図25を参照しながら、図23AにおけるステップS1105での制御部105の動作の詳細を説明する。

#### 【0216】

まず、制御部105は、記憶部106を参照して、最も受信電力RSSI(i)が高い染色体A(i)を選択する（ステップS1301）。次に、制御部105は、選択した染色体A(i)に対応するバラクタ電圧を算出し（ステップS1302）、算出したバラクタ電圧を整合回路102に印加する（ステップS1303）。次に、制御部105は、最も受信電力が高かった染色体を染色体A(0)とし、当該染色体に対応する受信電力をRSSI(0)として、記憶部106に格納する（ステップS1304）。

#### 【0217】

次に、制御部105は、受信電力RSSI(0)を終了基準値RLとして、記憶部106に格納し（ステップS1305）、ステップS1106の動作に進む。

#### 【0218】

図26は、図23AにおけるステップS1106での制御部105の動作の詳細を示すフローチャートである。以下、図26を参照しながら、図23AにおけるステップS1106での制御部105の動作の詳細を説明する。

#### 【0219】

まず、制御部105は、初期設定として、 $N = 0$ とする（ステップS1401）。次に、制御部105は、記憶部106に格納されている受信電力の中で、最も高い受信電力を有する染色体を染色体C(0)とする（ステップS1402）。次に、制御部105は、Nを1増加させる（ステップS1403）。

#### 【0220】

次に、制御部105は、全ての染色体A(i) ( $0 \leq i \leq N_c$ ) に対して、数1で示す選択確率 $p(i)$ を割り当てる（ステップS1404）。次に、制御部105は、全ての染色体A(i) ( $0 \leq i \leq N_c$ ) に対して、数2で示す累積確率 $q(i)$ を割り当てる（

ステップS 1 4 0 5)。

【0 2 2 1】

次に、制御部1 0 5は、乱数 $r$  ( $0 < r < 1$ )を発生する(ステップS 1 4 0 6)。

【0 2 2 2】

次に、制御部1 0 5は、発生した乱数 $r$ について、数3を満たす $i$ を求め、 $q(i+1)$ に対応する染色体A( $i+1$ )を選択し、選択した染色体A( $i+1$ )を染色体C( $N$ )として、選択した染色体A( $i+1$ )に対応する受信電力と共に記憶部1 0 6に格納する(ステップS 1 4 0 7)。

【0 2 2 3】

次に、制御部1 0 5は、 $N=N_c$ であるか否かを判断する(ステップS 1 4 0 8)。 $N=N_c$ でない場合、制御部1 0 5は、ステップS 1 4 0 3の動作に進んで、次の染色体を選択する。一方、 $N=N_c$ である場合、制御部1 0 5は、ステップS 1 1 0 7の動作に進む。

【0 2 2 4】

図2 6に示す動作によって、受信電力が高い染色体が優先的に選択されることとなる。

【0 2 2 5】

図2 7は、図2 3 AにおけるステップS 1 1 0 7での制御部1 0 5の詳細な動作を示すフローチャートである。以下、図2 7を参照しながら、図2 3 AにおけるステップS 1 1 0 7での制御部1 0 5の詳細な動作について説明する。

【0 2 2 6】

まず、制御部1 0 5は、 $i=0$ として初期設定する(ステップS 1 5 0 1)。次に、制御部1 0 5は、 $i$ を1増加させ(ステップS 1 5 0 2)、乱数 $r(i)$  ( $0 < r(i) < 1$ )を発生する(ステップS 1 5 0 3)。次に、制御部1 0 5は、数4を満たすか否かを判断する(ステップS 1 5 0 4)。

【0 2 2 7】

数4を満たす場合、制御部1 0 5は、記憶部1 0 6に格納されている $i$ に対応する染色体C( $i$ )を親として選択し(ステップS 1 5 0 5)、ステップS 1 5 0 6の動作に進む。一方、数4を満たさない場合、制御部1 0 5は、親を選択せずに、そのままステップS 1 5 0 6の動作に進む。

【0 2 2 8】

ステップS 1 5 0 6において、制御部1 0 5は、 $i=N_c$ であるか否かを判断する。 $i=N_c$ でない場合、制御部1 0 5は、ステップS 1 5 0 2の動作に戻って、親の選択を継続する。一方、 $i=N_c$ である場合、制御部1 0 5は、ステップS 1 5 0 7の動作に進む。

【0 2 2 9】

ステップS 1 5 0 7において、制御部1 0 5は、交叉位置をランダムに決定する。交叉位置の決め方は、図1 3におけるステップS 5 0 7と同様である。

【0 2 3 0】

ステップS 1 5 0 7の後、制御部1 0 5は、ステップS 1 5 0 5で選択された親の染色体の内、任意の二つの染色体を選んで、ステップS 1 5 0 7で決定した交叉位置の遺伝子を入れ替えることによって、交叉を行う。制御部1 0 5は、交叉後の染色体および交叉を行わなかった染色体を染色体D( $i$ )として、記憶部1 0 6に格納し、ステップS 1 1 0 8の動作に進む。

【0 2 3 1】

図2 8は、図2 3 Aにおけるステップ1 1 0 8での制御部1 0 5の動作の詳細を示すフローチャートである。以下、図2 8を参照しながら、図2 3 Aにおけるステップ1 1 0 8での制御部1 0 5の動作について説明する。

【0 2 3 2】

まず、制御部1 0 5は、 $i=0$ として初期設定し(ステップS 1 6 0 1)、 $i$ を1増加させる(ステップS 1 6 0 2)。次に、制御部1 0 5は、染色体D( $i$ )について、突然

変異させるか否かランダムに決定し、突然変異させる場合、突然変異させる遺伝子の位置をランダムに決定する（ステップS1603）。突然変異させる遺伝子の位置の決定方法は、図14のステップS603での決定方法と同じである。

#### 【0233】

次に、制御部105は、決定した位置の遺伝子を反転させて、突然変異を実行し、染色体A(i)を突然変異後の染色体に置き換えて、記憶部106に格納する（ステップS1604）。ただし、突然変異されなかった遺伝子D(i)は、そのまま、遺伝子A(i)として登録される。

#### 【0234】

その後、制御部105は、 $i = N_c$ であるか否かを判断する（ステップS1605）。 $i = N_c$ でない場合、制御部105は、ステップS1602の動作に戻って、残りの遺伝子D(i)についての突然変異を実行する。一方、 $i = N_c$ である場合、制御部105は、ステップS1109の動作へ進む。

#### 【0235】

第二世代目以降のステップS1004～S1108において、制御部105は、初期染色体およびランダム染色体を遺伝的アルゴリズムを用いて進化させていくことによって、インピーダンス整合を得ることができる染色体（整合負荷値情報）を導出することとなる。

#### 【0236】

図29は、図22におけるステップS1002での制御部105の動作の詳細を示すフローチャートである。以下、図29を参照しながら、図22におけるステップS1002での制御部105の動作の詳細を説明する。

#### 【0237】

まず、制御部105は、変化量 $\Delta 1$ に初期変化量 $\Delta$ を代入し、変化量 $\Delta 2$ に初期変化量 $\Delta$ を代入し（ステップS1701）、ステップS1702の動作に進む。

#### 【0238】

ステップS1702において、制御部105は、変化量 $\Delta 1$ に基づいて、現在の直列のバラクタ電圧を変化させ、受信電力を取得し、取得した受信電力が最適であるか否かを判断する。受信電力が最適である場合、制御部105は、処理を終了する。一方、受信電力が最適でない場合、制御部105は、ステップS1703の動作に進む。

#### 【0239】

ステップS1703において、制御部105は、変化量 $\Delta 1$ を更新させ、更新を終了すべき値に変化量 $\Delta 1$ が達したか否かを判断する。更新を終了すべき値に変化量 $\Delta 1$ が達していない場合、制御部105は、ステップS1702の動作に戻る。一方、更新を終了すべき値に変化量 $\Delta 1$ が達している場合、制御部105は、ステップS1704の動作に進む。

#### 【0240】

ステップS1704において、制御部105は、変化量 $\Delta 2$ に基づいて、現在の並列のバラクタ電圧を変化させ、受信電力を取得し、取得した受信電力が最適であるか否かを判断する。受信電力が最適である場合、制御部105は、処理を終了する。一方、受信電力が最適でない場合、制御部105は、ステップS1705の動作に進む。

#### 【0241】

ステップS1705において、制御部105は、変化量 $\Delta 2$ を更新させ、更新を終了すべき値に変化量 $\Delta 2$ が達したか否かを判断する。更新を終了すべき値に変化量 $\Delta 2$ が達していない場合、制御部105は、ステップS1704の動作に戻る。一方、更新を終了すべき値に変化量 $\Delta 2$ が達している場合、制御部105は、ステップS1003の動作に進む。また、制御部105は、ステップS1705において初期変化量 $\Delta$ も更新する。初期変化量 $\Delta$ が更新を終了すべき値に達していない場合、制御部105は、ステップS1701の動作に戻る。一方、制御部105は、初期変化量 $\Delta$ が更新を終了すべき値に達しており、かつ現在の受信電力が終了基準電力 $R_L$ と同じである場合、処理を終了する。初期変

化量 $\Delta$ が更新を終了すべき値に達しており、かつ現在の受信電力が終了基準値 $R_L$ と同じでない場合、制御部105は、ステップS1003の動作に進む。

#### 【0242】

図30は、図29におけるステップS1702での制御部105の詳細な動作を示すフローチャートである。以下、図30を参照しながら、図29におけるステップS1702での制御部105の詳細な動作について説明する。

#### 【0243】

まず、制御部105は、現在の直列のバラクタ電圧に対して、符号 $S1 \times \Delta 1$ を加算し（ステップS1801）、受信電力を取得し、取得した受信電力を $RSSI2$ とする（ステップS1802）。次に、制御部105は、受信電力 $RSSI2$ が適切な受信電力であるか否かを判断する（ステップS1803）。ステップS1803での判断基準は、図10におけるステップS210と同様である。

#### 【0244】

ステップS1803において、受信電力 $RSSI2$ が適切であると判断した場合、制御部105は、処理を終了する。ステップS1803で得られる受信電力に対応するバラクタ電圧が整合負荷値情報である。一方、受信電力 $RSSI2$ が適切でないと判断した場合、制御部105は、ステップS1801において、直列のバラクタ電圧を変更する前の受信電力 $RSSI1$ よりも、受信電力 $RSSI2$ が大きいかな否かを判断する（ステップS1804）。

#### 【0245】

受信電力 $RSSI2$ が受信電力 $RSSI1$ よりも大きい場合、制御部105は、受信電力 $RSSI1$ の値を $RSSI2$ にして（ステップS1805）、ステップS1801の動作に戻る。一方、受信電力 $RSSI2$ が受信電力 $RSSI1$ よりも大きくない場合、制御部105は、ステップS1806の動作に進む。

#### 【0246】

ステップS1806において、制御部105は、符号 $S1$ を反転する。次に、制御部105は、現在の直列のバラクタ電圧に対して、 $2 \times S1 \times \Delta 1$ を加算し（ステップ1807）、受信電力を取得し、取得した受信電力を $RSSI2$ とする（ステップS1808）。次に、制御部105は、受信電力 $RSSI2$ が適切な受信電力であるか否かを判断する（ステップS1809）。ステップS1809での判断基準は、図10におけるステップS210と同様である。

#### 【0247】

ステップS1809において、受信電力 $RSSI2$ が適切であると判断した場合、制御部105は、処理を終了する。ステップS1809で得られる受信電力に対応するバラクタ電圧が整合負荷値情報である。一方、受信電力 $RSSI2$ が適切でないと判断した場合、制御部105は、ステップS1807において直列のバラクタ電圧を変更する前の受信電力 $RSSI1$ よりも、受信電力 $RSSI2$ が大きいかな否かを判断する（ステップS1810）。

#### 【0248】

受信電力 $RSSI2$ が受信電力 $RSSI1$ よりも大きい場合、制御部105は、受信電力 $RSSI1$ の値を $RSSI2$ にして（ステップS1811）、ステップS1807の動作に戻る。一方、受信電力 $RSSI2$ が受信電力 $RSSI1$ よりも大きくない場合、制御部105は、ステップS1703の動作に進む。

#### 【0249】

図31は、図29におけるステップS1703での制御部105の動作の詳細を示すフローチャートである。以下、図31を参照しながら、図29におけるステップS1703での制御部105の動作の詳細について説明する。

#### 【0250】

まず、制御部105は、符号 $S1$ を反転させる（ステップS1901）。次に、制御部105は、現在の直列のバラクタ電圧に $S1 \times \Delta 1$ を加算する（ステップS1902）。

次に、制御部105は、変化量 $\Delta 1$ を更新する（ステップS1903）。たとえば、制御部105は、変化量 $\Delta 1$ を $1/n$ 倍することによって、変化量 $\Delta 1$ を更新する。次に、制御部105は、変化量 $\Delta 1$ が、終了値EVよりも大きいかな否かを判断する（ステップS1904）。変化量 $\Delta 1$ が終了値EVよりも大きい場合、制御部105は、ステップS1702の動作に戻る。一方、変化量 $\Delta 1$ が終了値EVよりも大きくない場合、制御部105は、ステップS1704の動作に進む。

#### 【0251】

図32は、図29におけるステップS1704での制御部105の動作の詳細を示すフローチャートである。以下、図32を参照しながら、図29におけるステップS1704での制御部105の動作の詳細について説明する。

#### 【0252】

まず、制御部105は、現在の並列のバラクタ電圧に対して、符号 $S2 \times \Delta 1$ を加算し（ステップS2001）、受信電力を取得し、取得した受信電力をRSSI2とする（ステップS2002）。次に、制御部105は、受信電力RSSI2が適切な受信電力であるかな否かを判断する（ステップS2003）。ステップS2003での判断基準は、図10におけるステップS210と同様である。

#### 【0253】

ステップS2003において、受信電力RSSI2が適切であると判断した場合、制御部105は、処理を終了する。ステップS2003で得られる受信電力に対応するバラクタ電圧が整合負荷値情報である。一方、受信電力RSSI2が適切でないと判断した場合、制御部105は、ステップS2001において、並列のバラクタ電圧を変更する前の受信電力RSSI1よりも、受信電力RSSI2が大きいかな否かを判断する（ステップS2004）。

#### 【0254】

受信電力RSSI2が受信電力RSSI1よりも大きい場合、制御部105は、受信電力RSSI1の値をRSSI2にして（ステップS2005）、ステップS2001の動作に戻る。一方、受信電力RSSI2が受信電力RSSI1よりも大きくない場合、制御部105は、ステップS2006の動作に進む。

#### 【0255】

ステップS2006において、制御部105は、符号S2を反転する。次に、制御部105は、現在の並列のバラクタ電圧に対して、 $2 \times S2 \times \Delta 1$ を加算し（ステップS2007）、受信電力を取得し、取得した受信電力をRSSI2とする（ステップS2008）。次に、制御部105は、受信電力RSSI2が適切な受信電力であるかな否かを判断する（ステップS2009）。ステップS2009での判断基準は、図10におけるステップS210と同様である。

#### 【0256】

ステップS2009において、受信電力RSSI2が適切であると判断した場合、制御部105は、処理を終了する。ステップS2009で得られる受信電力に対応するバラクタ電圧が整合負荷値情報である。一方、受信電力RSSI2が適切でないと判断した場合、制御部105は、ステップS2007において並列のバラクタ電圧を変更する前の受信電力RSSI1よりも、受信電力RSSI2が大きいかな否かを判断する（ステップS2010）。

#### 【0257】

受信電力RSSI2が受信電力RSSI1よりも大きい場合、制御部105は、受信電力RSSI1の値をRSSI2にして（ステップS2011）、ステップS2007の動作に戻る。一方、受信電力RSSI2が受信電力RSSI1よりも大きくない場合、制御部105は、ステップS1705の動作に進む。

#### 【0258】

図33は、図29におけるステップS1705での制御部105の動作の詳細を示すフローチャートである。以下、図33を参照しながら、図29におけるステップS1705

での制御部105の動作の詳細について説明する。

#### 【0259】

まず、制御部105は、符号S2を反転させ（ステップS2101）、現在の並列のバラクタ電圧に $S2 \times \Delta 2$ を加算する（ステップS2102）。

#### 【0260】

次に、制御部105は、変化量 $\Delta 2$ を更新する（ステップS2103）。たとえば、制御部105は、変化量 $\Delta 2$ を $1/n$ 倍することによって、変化量 $\Delta 2$ を更新する。次に、制御部105は、変化量 $\Delta 2$ が、終了値EVよりも大きいかなんかを判断する（ステップS2104）。変化量 $\Delta 2$ が終了値EVよりも大きい場合、制御部105は、ステップS1704の動作に戻る。一方、変化量 $\Delta 2$ が終了値EVよりも大きくない場合、制御部105は、ステップS2105の動作に進む。

#### 【0261】

ステップS2105において、制御部105は、初期変化量 $\Delta$ を更新する。たとえば、制御部105は、初期変化量 $\Delta$ を $1/n$ 倍することによって、初期変化量 $\Delta$ を更新する。次に、制御部105は、初期変化量 $\Delta$ が終了値EVよりも大きいかなんかを判断する（ステップS2106）。初期変化量 $\Delta$ が終了値EVよりも大きいかなんかという条件は、バラクタ電圧の微調整によって適切な受信電力を得ることができる限界を示す条件であるので、限界条件と呼ばれる。なお、限界条件は、ステップS2106以外の条件であってもよい。

#### 【0262】

初期変化量 $\Delta$ が終了値EVよりも大きい場合、制御部105は、ステップS1701の動作に戻る。これにより、より細かい変化量を用いて、バラクタ電圧が調整されることとなる。一方、初期変化量 $\Delta$ が終了値EVよりも大きくない場合、制御部105は、受信電力RSSI1が終了基準電力RLと同じであるかなんかを判断する（ステップS2107）。これにより、ステップS1002の局所的探索処理で得た解の最大受信電力とステップS1001の初期処理で得た解の最大受信電力とに差がない場合、収束したとみなして、ステップS1003の大域的探索処理へは進まず、制御が終了することとなる。

#### 【0263】

受信電力RSSI1が終了基準電力RLと同じである場合、制御部105は、処理を終了する。一方、受信電力RSSI1が終了基準電力RLと同じでない場合、制御部105は、終了基準電力RLを受信電力RSSI1に更新し、現在のバラクタ電圧を染色体に変換して、得られる染色体を染色体A(1)として記憶部106に格納し（ステップS2108）、ステップS1003の動作に進む。ステップS2108で得られる染色体A(1)は、最適な受信電力を得ることができる染色体ではないが、ステップS1002での局所的探索処理によって最も高い受信電力を得ることができた染色体である。したがって、染色体A(1)は、現段階では、最も評価の高い染色体となる。以下の図34に示すように、染色体A(1)を用いて、染色体の進化が実行される。

#### 【0264】

このように、ステップS1002において、制御部105は、初期染色体およびランダム染色体を進化させることによって得た染色体の中で、最も高い評価を有する染色体に対応する整合回路102の負荷値を微調整することによって、インピーダンス整合が得られるバラクタ電圧（整合負荷値情報）を導出する。

#### 【0265】

図34は、図22におけるステップS1003での制御部105の動作の詳細を示すフローチャートである。以下、図34を参照しながら、図22におけるステップS1003での制御部105の動作の詳細について説明する。

#### 【0266】

まず、制御部105は、初期設定として、 $k=0$ とし（ステップS2201）、ステップS2108で格納した染色体A(1)以外の残り $N_c-1$ 個の染色体を染色体A(2)～A( $N_c$ )として、ランダムに生成して、記憶部106に格納する（ステップS2202）。

2)。染色体の生成方法については、図23BのステップS1129と同様である。ステップS2202において、制御部105は、最も高い受信電力を終了基準値RLとする。

#### 【0267】

次に、制御部105は、kを1増加させる（ステップS2203）。

#### 【0268】

次に、制御部105は、図23AにおけるステップS1104と同様にして、記憶部106に格納されている染色体A(i)を取得して評価する（ステップS2204）。ステップS1104において、適切な染色体が存在すれば、制御部105は、処理を終了する。一方、ステップS2204において、適切な染色体が存在しない場合、制御部105は、ステップS2205の動作に進む。

#### 【0269】

ステップS2205からステップS2208において、制御部105は、図23Aに示すステップS1105～S1108と同様にして、染色体A(i)を進化させていき、突然変異後の染色体D(i)を得て、突然変異後の染色体D(i)を染色体A(i)に置き換える。

#### 【0270】

次に、制御部105は、kが上限世代数Nm<sub>g</sub>であるか否かを判断する（ステップS2209）。kが上限世代数Nm<sub>g</sub>でない場合、制御部105は、ステップS2203の動作に戻って、次の世代の染色体の評価を実行する。一方、kが上限世代数Nm<sub>g</sub>である場合、制御部105は、ステップS2210の動作に進む。

#### 【0271】

ステップS2210において、制御部105は、最も高い受信電力が終了基準値RLであるか否かを判断する。最も高い受信電力が終了基準電力RLと同じである場合、制御部105は、処理を終了する。一方、最も高い受信電力が終了基準電力RLと同じでない場合、制御部105は、最も高い受信電力を終了基準電力RLとし（ステップS2211）、ステップS1002の局所的探索処理に進む。これにより、ステップS1002の局所的探索処理で得た解の最大受信電力とステップS1003の大域的探索処理で得た解の最大受信電力とに差がない場合、収束したとみなして、制御が終了することとなる。

#### 【0272】

ステップS1003の大域的探索処理は、所定の限界条件（ここでは、ステップS2106の条件）を満たした場合に、実行される。制御部105は、ステップS1003において、新たな染色体を発生して、当該新たな染色体を用いて、インピーダンス整合を得ることができる染色体（整合負荷値情報）を導出する。

#### 【0273】

ステップS1003の大域的探索処理では、まず、制御部105は、染色体（負荷値情報という）を新たに生成し、生成した新たな染色体（負荷値情報）を評価し、インピーダンス整合が得られる染色体が存在すれば、当該染色体に対応する負荷値を有するように整合回路102を制御する。このような染色体が存在しない場合、制御部105は、新たな染色体（負荷値情報）を遺伝的アルゴリズムを用いて進化させ、進化させた染色体を用いて、整合負荷値情報を導出する。ステップS1003では、ステップS1002での局所的探索処理によって最も高い評価を得た染色体A(1)が用いられる。加えて、染色体A(1)とは全く無関係な染色体がランダムに生成される。これらの染色体を用いて、進化が行われるので、高い受信電力が得られる染色体の影響を受けた染色体が生成されることとなる。局所的探索処理によって得られた局所解が適切でない場合、大域的探索処理によって、染色体が見直され、より適した染色体の探索が実行される。大域的探索処理によって適切な染色体が見つければ、制御部105は、処理を終了する。大域的探索処理によって適切な染色体（整合負荷値情報）が見つからなかった場合、再度、局所的探索処理が実行され、バラクタ電圧が微調整されることとなる。

#### 【0274】

ステップS1001によって、局所的探索処理で用いる染色体が決定された後は、終了



条件が満たされるまで、大域的探索処理と局所的探索処理とは、それぞれの処理で得た染色体を用いて、交互に処理を実行する。これにより、ある環境下においてバラクタ電圧の変更制御を開始したとした場合に、制御中にその環境が変わったとしても、大域的探索処理が設けられていることによって、短時間で環境変化に応じたバラクタ電圧の追従が可能となる。

#### 【0275】

初期制御処理においてインピーダンス整合が得られる初期染色体（初期負荷値情報）が存在しない場合、第二世代目以降のステップS1001における処理と、ステップS1002の処理と、ステップS1003の処理とにおいて、制御部105は、インピーダンス整合が得られる整合回路102の負荷値に対応する染色体またはバラクタ電圧（整合負荷値情報）を導出して整合回路102を制御する。第二世代目以降のステップS1001における処理と、ステップS1002の処理と、ステップS1003の処理との処理を、合わせて、整合負荷値導出処理という。

#### 【0276】

このように、第3の実施形態に係る携帯無線装置は、アンテナがおかれる様々な環境に対応しながら、インピーダンスを適応的に制御できる。したがって、不整合損による損失を減らすことが可能で、常に安定的な受信電力を保つことができる。

#### 【0277】

なお、上限世代数 $N_{mg}$ は、局所解を回避するのに最低限必要な世代数とする。よって、上限世代数 $N_{mg}$ をより小さく設定することにより、さらなる演算時間の短縮化を図ることができる。他の実施形態においても同様である。

#### 【0278】

制御部105は、図22に示す処理の最中に、適切なバラクタ電圧を得ることができた場合、当該バラクタ電圧に対応する染色体を初期染色体として記憶部106に格納するようにしてもよい。具体的には、制御部105は、図24のステップS1207の後、図30のステップS1803の後、ステップS1809の後、図32のステップS2003の後、およびS2009の後に、整合回路102を制御しているバラクタ電圧に対応する染色体を記憶部106に格納する。この場合、制御部105は、図23AのステップS1102において、記憶部106に格納されている初期染色体を取り出し、合計 $N_c$ 個の染色体が得られるように動作する。制御部105によるインピーダンスの調整が繰り返し実行されることによって、記憶部106には、初期染色体が蓄積されていく。記憶部106に蓄積された染色体が $N_c$ 個となった場合、制御部105は、さらに、染色体を蓄積していくようにしてもよいし、不要な染色体を削除して、新たな染色体を蓄積していくようにしてもよい。これにより、携帯無線装置は、インピーダンスの整合を繰り返し実行していくことによって、ユーザに適合したバラクタ電圧を得ることができる染色体を蓄積されていくこととなる。よって、制御部105による処理が繰り返し実行される程、インピーダンスの整合のための時間が短縮されていくこととなる。

#### 【0279】

なお、局所的探索処理（ステップS1002）から大域的探索処理（ステップS1003）、および大域的探索処理（ステップS1003）から局所的探索処理（ステップS1002）に移るとき、受信電力と終了基準電力 $R_L$ とが一致しているか否かを判断した。ここで、制御部105は、受信電力と終了基準電力 $R_L$ との差の絶対値がある所定の基準値以下となるときに、一致していると判断することとする。なお、他の実施形態においても、ある値が一致しているか否かについては、差の絶対値がある所定の基準値以下となっているか否かに基づいて判断されることとする。

#### 【0280】

（第4の実施形態）

第4の実施形態において、携帯無線装置の基本構成は、第1の実施形態と同様であるので、図1を援用する。ただし、第4の実施形態では、整合回路の構成が第1の実施形態と異なる。

#### 【0281】

図35は、第4の実施形態に係る整合回路400の構成を示すブロック図である。図35において、整合回路400は、直列可変負荷部410と、並列可変負荷部420とを含む。直列可変負荷部410は、第1の負荷411と、第2の負荷412と、第3の負荷413と、第4の負荷414と、第1のスイッチ415と、第2のスイッチ416と、第3のスイッチ417と、第4のスイッチ418とを有する。並列可変負荷部420は、第5の負荷421と、第6の負荷422と、第7の負荷423と、第8の負荷424と、第5のスイッチ425と、第6のスイッチ426と、第7のスイッチ427と、第8のスイッチ428とを有する。なお、負荷は少なくとも一つあればよい。スイッチも少なくとも一つあればよい。このように、整合回路400は、負荷である少なくとも一つのリアクタンス素子および／または少なくとも一つのインダクタンス素子と、負荷を選択するための少なくとも一つのスイッチとを含む。

#### 【0282】

第4の実施形態において、制御部105の動作は、整合回路400の制御方法を除けば、第1の実施形態と同様である。第1の実施形態において、制御部105は、染色体に対応する直列のバラクタ電圧および並列のバラクタ電圧を求め、これらのバラクタ電圧を整合回路102に印加することとした。第4の実施形態では、制御部105は、染色体内の各遺伝子に応じて、整合回路400のスイッチをオンオフすることによって、整合回路400全体のインピーダンスを制御する。たとえば、制御部105は、第n（n=1, 2, …, 8）ビット目の遺伝子が“1”である場合、第nのスイッチをオンにし、第nビット目の遺伝子が“0”である場合、第nのスイッチをオフにする。

#### 【0283】

第4の実施形態では、第1の実施形態において制御部105が染色体をバラクタ電圧に変換するステップ（S207, S217）が、制御部105が染色体を整合回路400内のスイッチのオンオフに関する情報（以下、スイッチ情報という）に変換するステップに変換するステップに置き換えられる。また、第4の実施形態では、第1の実施形態において制御部105が染色体に基づいて整合回路102にバラクタ電圧を印可するステップ（S208, S218, S303）が、制御部105が染色体に対応するスイッチ情報に基づいて整合回路400内のスイッチをオンオフするステップに置き換えられる。

#### 【0284】

このように、制御部105によって整合回路のインピーダンスを制御することができるのであれば、整合回路の構成は、上記の構成に限定されるものではない。整合回路は、制御部からの指示に応じて、インピーダンスを変化させることができる回路であればよい。また、上記実施形態では、制御部105は、染色体やパラメータに基づいて、整合回路を制御することとしたが、整合回路を制御するために必要な情報はこれに限られるものではない。

#### 【0285】

整合回路400では、スイッチの切替によって、インピーダンスが変更される。したがって、インピーダンスが高速に切り替えられることとなる。

#### 【0286】

また、整合回路400では、スイッチの切替によってインピーダンスが変更されるので、バラクタダイオードによってインピーダンスを変更する場合に比べて、バラクタダイオードなどの可変容量素子による損失を軽減することができ、より良好な受信電力を安定的に取得することができる。好ましくは、整合回路400のスイッチにMEMS（Micro-Electro-Mechanical System）スイッチを用いることにより、損失をさらに軽減することが可能である。

#### 【0287】

なお、図35に示す整合回路400は、第3の実施形態に転用することもできる。この場合、制御部105は、整合回路400の制御方法以外、第3の実施形態と同様に動作する。当該実施形態では、第3の実施形態において制御部105が染色体をバラクタ電圧に

変換するステップ（S 1 2 0 4，S 1 3 0 2，S 2 1 0 8）が、制御部 1 0 5 が染色体を整合回路 4 0 0 内のスイッチ情報に変換するステップに変換するステップに置き換えられる。また、当該実施形態では、第 3 の実施形態において制御部 1 0 5 が染色体に基づいて整合回路 1 0 2 にバラクタ電圧を印可するステップ（S 1 2 0 5，S 1 3 0 3）が、制御部 1 0 5 が染色体に対応するスイッチ情報に基づいて整合回路 4 0 0 内のスイッチをオンオフするステップに置き換えられる。さらに、当該実施形態では、第 3 の実施形態において整合回路 1 0 2 に印加されているバラクタ電圧に対応する染色体を得るステップ（S 1 8 0 3，S 1 8 0 9，S 2 0 0 3，S 2 0 0 9，S 2 1 0 7 の後）が、整合回路 4 0 0 におけるスイッチ情報に対応する染色体を得るステップに置き換えられる。

#### 【0 2 8 8】

なお、ここでは、整合回路 4 0 0 は、直列可変負部 4 1 0 と並列可変負荷部 4 2 0 とにそれぞれ 4 つの負荷を備えているとしたが、これに限るものではない。少なくとも 2 つ以上の負荷が備えられていればよいということはいうまでもない。また、直列可変負荷部 4 1 0 と並列可変負荷部 4 2 0 とに備えられる負荷の数は同じでなくてもよいということはいうまでもない。当然、負荷の数に応じて、染色体内の遺伝子の数を変えてもよい。また、上記では、一つの遺伝子に対して一つの負荷を割り当てることとしたが、遺伝子と負荷との対応付けのパターンについては、これに限られるものではないということはいうまでもない。これらのことは、整合回路 4 0 0 を用いる全ての実施形態についていえる。

#### 【0 2 8 9】

（第 5 の実施形態）

第 5 の実施形態において、携帯無線装置の基本構成は、第 1 の実施形態と同様であるので、図 1 を援用することとする。ただし、整合回路は、第 4 の実施形態と同様であるので、図 3 5 を援用することとする。

#### 【0 2 9 0】

第 5 の実施形態において、記憶部 1 0 6 には、使用状態初期パラメータテーブルが格納されている。図 3 6 は、使用状態初期パラメータテーブルの一例を示す図である。図 3 6 に示すように、使用状態初期パラメータテーブルには、使用状態に対応させて、インピーダンスの整合がとれると予想されるパラメータが登録されている。各パラメータにおいて、第 4 の実施形態と同様、各ビットが整合回路 4 0 0 の各スイッチのオンオフを示している。すなわち、第  $i$  番目のビットが“0”である場合、第  $i$  のスイッチがオフとなり、第  $i$  番目のビットが“1”である場合、第  $i$  のスイッチがオンとなる。

#### 【0 2 9 1】

図 3 7 は、第 5 の実施形態に係る制御部 1 0 5 の動作を示すフローチャートである。以下、図 3 7 を参照しながら、第 5 の実施形態に係る制御部 1 0 5 の動作について説明する。なお、図 3 7 に示す動作は、第 1 の実施形態における図 4 の動作と同様のタイミングで開始する。

#### 【0 2 9 2】

まず、制御部 1 0 5 は、整合回路 4 0 0 における現在のスイッチのオンオフ状態をパラメータ化して、現在の受信電力を受信電力 R S S I 1 として、得られたパラメータと対応付けて、記憶部 1 0 6 に格納する（ステップ S 2 3 0 1）。

#### 【0 2 9 3】

次に、制御部 1 0 5 は、使用状態初期パラメータテーブルから、初期パラメータを一つ取得し、取得した初期パラメータに基づいて整合回路 4 0 0 のスイッチを切り替え、信号強度検出部 1 0 3 から受信電力を取得して、取得した初期パラメータと対応付けて、記憶部 1 0 6 に格納する（ステップ S 2 3 0 2）。

#### 【0 2 9 4】

次に、制御部 1 0 5 は、ステップ S 2 3 0 2 で取得した受信電力が適切であるか否かを判断する（ステップ S 2 3 0 3）。ステップ S 2 3 0 3 における判断基準は、図 1 0 のステップ S 2 1 0 と同様である。ステップ S 2 3 0 2 で取得した受信電力が適切である場合、制御部 1 0 5 は、処理を終了する。一方、ステップ S 2 3 0 2 で取得した受信電力が適

切でない場合、制御部１０５は、ステップＳ２３０４の動作に進む。

#### 【０２９５】

ステップＳ２３０４において、制御部１０５は、使用状態初期パラメータテーブルに登録されている全ての初期パラメータを取得し、受信電力を評価したか否かを判断する。全ての初期パラメータを取得していない場合、制御部１０５は、ステップＳ２３０２の動作に戻り、別の初期パラメータを取得して、受信電力を評価する。一方、全ての初期パラメータを取得している場合、制御部１０５は、ステップＳ２３０５の動作に進む。

#### 【０２９６】

ステップＳ２３０２～Ｓ２３０４において、制御部１０５は、記憶装置１０６に記憶されている初期パラメータ（初期負荷値情報）を評価し、インピーダンス整合が得られる初期パラメータ（初期負荷値情報）が存在すれば、当該初期パラメータ（初期負荷値情報）に対応する負荷値が得られるように整合回路４００を制御する。ステップＳ２３０２～Ｓ２３０４の処理を、初期制御処理という。

#### 【０２９７】

ステップＳ２３０５において、制御部１０５は、ステップＳ２３０１およびＳ２３０２で記憶した受信電力の中で、最も高い受信電力を認識し、認識した受信電力に対応している初期パラメータを取得して、取得した初期パラメータを用いて、整合回路４００を制御し、それによって得られる受信電力をRSSI1とする。

#### 【０２９８】

次に、制御部１０５は、整合回路４００のある一つのスイッチを反転させ、それによって得られる受信電力をRSSI2とする（ステップＳ２３０６）。なお、スイッチを反転させるとは、スイッチのオンオフを切り替えることを意味する。ただし、一つのスイッチを反転させることによって、直列負荷部４１０内の全てのスイッチがオフになってしまう場合、制御部１０５は、スイッチを反転しないこととする。

#### 【０２９９】

次に、制御部１０５は、受信電力RSSI2が適切であるか否かを判断する（ステップＳ２３０７）。ステップＳ２３０７での判断基準は、図１０におけるステップＳ２１０と同様である。受信電力RSSI2が適切である場合、制御部１０５は、処理を終了する。一方、受信電力RSSI2が適切でない場合、制御部１０５は、ステップＳ２３０８の動作に進む。

#### 【０３００】

ステップＳ２３０８において、制御部１０５は、受信電力RSSI2がRSSI1よりも大きいかな否かを判断する。すなわち、制御部１０５は、スイッチの反転によって、より大きな受信電力が得られるようになったか否かを判断する。RSSI2がRSSI1よりも大きい場合、制御部１０５は、RSSI1の値をRSSI2の値に変更して（ステップＳ２３０９）、ステップＳ２３１１の動作に進む。一方、RSSI2がRSSI1よりも大きくない場合、制御部１０５は、ステップＳ２３０６で反転したスイッチを元に戻して（ステップＳ２３１０）、ステップＳ２３１１の動作に進む。

#### 【０３０１】

ステップＳ２３１１において、制御部１０５は、全てのスイッチの反転を試みたか否かを判断する。全てのスイッチの反転を試みていない場合、制御部１０５は、今まで反転を試みていない別のスイッチを一つ選択し（ステップＳ２３１２）、ステップＳ２３０６の動作に戻って、選択したスイッチを反転させ、受信電力を評価する処理を継続する。一方、全てのスイッチの反転を試みている場合、制御部１０５は、ステップＳ２３１３の動作に進む。

#### 【０３０２】

ステップＳ２３１３において、制御部１０５は、スイッチの反転を試みる前（ステップＳ２３０６の前）のスイッチのオンオフ状態と、全てのスイッチの反転を試みた後（ステップＳ２３１１の後）のスイッチのオンオフ状態とが一致しているか否かを判断する。一致している場合、全てのスイッチを反転させたとしても、反転させる前よりも大きな受信

電力を得ることができないことを意味するので、制御部１０５は、処理を終了する。一方、一致していない場合、全てのスイッチの反転を試みたら、反転させる前よりも大きな受信電力を得ることができたことを意味している。したがって、この場合、さらに、スイッチの反転を試みたら、より大きな受信電力が得られる可能性があることを意味している。よって、一致していない場合、制御部１０５は、ステップＳ２３０６の動作に戻って、スイッチの反転処理を再度実行する。

#### 【０３０３】

初期制御処理においてインピーダンス整合が得られる初期パラメータ（初期負荷値情報）が存在しない場合、ステップＳ２３０５～Ｓ２３１３において、制御部１０５は、インピーダンス整合が得られるようにスイッチを切り替えながら、最適なスイッチのオンオフに関する情報（整合負荷値情報）を導出して、整合回路１０２を制御する。ステップＳ２３０５～Ｓ２３１３の処理を整合負荷値導出処理という。なお、ステップＳ２３０５は、整合負荷値導出処理の開始点である。

#### 【０３０４】

このように、第５の実施形態では、受信電力の変化が検知された場合、制御部１０５は、まず、使用状態初期パラメータテーブルに格納されているパラメータを用いて、整合回路４００のスイッチを切り替える。適切な受信電力を得ることができる初期パラメータが存在していれば、制御部１０５は、当該初期パラメータに対応するように整合回路４００のスイッチを切り替えて、インピーダンスを整合させる。一方、適切な受信電力を得ることができる初期パラメータが存在しない場合、制御部１０５は、最も高い受信電力を得ることができる初期パラメータを選択して、当該パラメータに対応するように整合回路４００のスイッチを切り替える。その上で、制御部１０５は、各スイッチのオンオフを切り替えながら、整合回路４００のインピーダンスを微調整して、最適な受信電力を得ることができるようにする。したがって、整合回路４００のインピーダンスを短時間で適切な値に変化させることができる。これにより、アンテナがおかれる様々な環境において、常にインピーダンスを適応的に制御することができるので、不整合損による損失を減らすことができ、常に安定した受信電力を得ることができる携帯無線装置が提供されることとなる。

#### 【０３０５】

なお、制御部１０５は、図３７に示す処理の最中に、適切な受信電力を得ることができた場合、当該受信電力を得ることができた整合回路４００のスイッチ状態に対応するパラメータを初期パラメータとして記憶部１０６に格納するようにしてもよい。具体的には、制御部１０５は、図３７のステップＳ２３０３の後、およびＳ２３０７の後に、整合回路４００のスイッチ状態に対応するパラメータを記憶部１０６に格納する。この場合、制御部１０５は、図３７のステップＳ２３０２において、新たに格納された初期パラメータも選択するように動作するとよい。制御部１０５によるインピーダンスの調整が繰り返し実行されることによって、記憶部１０６には、初期パラメータが蓄積されていく。これにより、携帯無線装置は、インピーダンスの整合を繰り返し実行していくことによって、ユーザに適合したパラメータを蓄積されていくこととなる。よって、制御部１０５による処理が繰り返し実行される程、インピーダンスの整合のための時間が短縮されていくこととなる。

#### 【０３０６】

（第６の実施形態）

第６の実施形態において、携帯無線装置の基本構成は、第１の実施形態と同様であるので、図１を援用することとする。ただし、整合回路は、第４の実施形態と同様であるので、図３５を援用することとする。

#### 【０３０７】

第６の実施形態において、記憶部１０６には、使用状態初期染色体テーブルが格納されている。図３８は、使用状態初期染色体テーブルの一例を示す図である。図３８に示すように、使用状態初期染色体テーブルには、使用状態に対応させて、インピーダンスの整合がとれると予想される初期染色体が登録されている。各初期染色体において、各遺伝子が

整合回路400の各スイッチのオンオフを示している。すなわち、第n番目の遺伝子が“0”である場合、第nのスイッチがオフとなり、第n番目の遺伝子が“1”である場合、第nのスイッチがオンとなる。

#### 【0308】

図39は、第6の実施形態に係る制御部105の動作を示すフローチャートである。以下、図39を参照しながら、第6の実施形態に係る制御部105の動作について説明する。図39に示す動作は、第1の実施形態における図4の動作と同様のタイミングで開始する。

#### 【0309】

まず、ステップS2401において、制御部105は、使用状態初期染色体テーブルに格納されている初期染色体を用いて整合回路400のスイッチを切り替え、適切な受信電力を得ることができる初期染色体が存在すれば、当該初期染色体を用いて整合回路400を制御して、処理を終了する。適切な受信電力を得ることができる初期染色体が存在しない場合、制御部105は、新たな染色体を発生させて、新たな染色体の中に、適切な受信電力を得ることができる染色体が存在すれば、当該染色体を用いて整合回路400を制御して、処理を終了する。また、制御部105は、染色体を進化させていき、進化させた染色体の中に、適切な受信電力を得ることができる染色体が存在すれば、当該染色体を用いて整合回路400を制御して、処理を終了する。進化させた染色体の中にも適切な受信電力を得ることができる染色体がない場合、制御部105は、ステップS2402の局所探索処理に進んで、整合回路400のインピーダンスを微調整する。

#### 【0310】

ステップS2402において、制御部105は、ステップS2401において最も受信電力が高いと判断された染色体によってスイッチが切り替えられている整合回路400のスイッチ状態を微調整して、より適切なスイッチ状態を得て、処理を終了する。

#### 【0311】

図40は、ステップS2401における制御部105の動作の詳細を示すフローチャートである。以下、図40を参照しながら、ステップS2401における制御部105の動作の詳細について説明する。

#### 【0312】

まず、制御部105は、初期設定として、 $k=0$ とする（ステップS2501）。

#### 【0313】

次に、使用状態初期染色体テーブルに格納されている初期染色体を含む合計 $N_c$ 個の染色体をランダムに生成し、生成した染色体を記憶部106に格納する（ステップS2502）。ステップS2502において、制御部105は、最も高い受信電力を終了基準値 $R_L$ とする。

#### 【0314】

次に、制御部105は、 $k$ を1増加させる（ステップS2503）。

#### 【0315】

次に、制御部105は、記憶部106に格納されている $N_c$ 個の染色体を評価する（ステップS2504）。ステップS2504において、適切な受信電力を得ることができる染色体が存在すれば、制御部105は、処理を終了する。一方、ステップS2504において、適切な受信電力を得ることができる染色体が存在しない場合、制御部105は、ステップS2505の動作に進む。

#### 【0316】

ステップS2505において、制御部105は、ステップS2504での評価において、最も高い評価を得た染色体を選択し、選択した染色体に対応するスイッチ状態が得られるように整合回路400を制御する。

#### 【0317】

次に、制御部105は、記憶部106に格納されている染色体を自然淘汰する（ステップS2506）。自然淘汰の方法は、第3の実施形態と同様であるので、図26を援用す

ることとする。

#### 【0318】

次に、制御部105は、ステップS2506での自然淘汰によって得られた染色体を交叉させる（ステップS2507）。交叉の方法は、第3の実施形態と同様であるので、図27を援用することとする。

#### 【0319】

次に、制御部105は、ステップS2507での交叉によって得られた染色体を突然変異させる（ステップS2508）。突然変異の方法は、第3の実施形態と同様であるので、図28を援用することとする。

#### 【0320】

次に、制御部105は、 $k$ が上限世代数 $Nmg$ であるか否かを判断する（ステップS2509）。 $k$ が上限世代数 $Nmg$ でない場合、制御部105は、ステップS2503の動作に戻って、次の世代の染色体の評価を実行する。一方、 $k$ が上限世代数 $Nmg$ である場合、制御部105は、ステップS2510の動作に進む。

#### 【0321】

ステップS2510において、制御部105は、最も高い受信電力が終了基準値 $RL$ と同じであるか否かを判断する。最も高い受信電力が終了基準電力 $RL$ と同じである場合、制御部105は、局所的探索処理（ステップS2402）に進む。一方、最も高い受信電力が終了基準電力 $RL$ と同じでない場合、制御部105は、ステップS2511の動作に進む。

#### 【0322】

ステップS2511において、制御部105は、最も高い受信電力を終了基準電力 $RL$ とし、 $k$ を0にして、ステップS2503の動作に戻る。

#### 【0323】

このようにして、上限世代数分だけ染色体を進化させ、それによって得られた染色体の中で、最も受信電力が高い染色体が選択されることとなる。

#### 【0324】

図41は、図40におけるステップS2502での制御部105の動作の詳細を示すフローチャートである。以下、図41を参照しながら、図40におけるステップS2502での制御部105の動作の詳細について説明する。

#### 【0325】

まず、制御部105は、整合回路400の現在のスイッチのオンオフ状態に対応する染色体を求め（ステップS2601）、求めた染色体と現在の受信電力とを対応付けて、記憶部106に記憶させる（ステップS2602）。

#### 【0326】

次に、制御部105は、使用状態初期染色体テーブルから、初期染色体を一つ取得し（ステップS2603）、取得した初期染色体に対応する整合回路400のスイッチ情報を認識し（ステップS2604）、認識したスイッチ情報に基づいて、整合回路400のスイッチを切り替える（ステップS2605）。次に、制御部105は、スイッチを切り替えた後の受信電力を取得する（ステップS2606）。

#### 【0327】

制御部105は、ステップS2506で取得した受信電力が適切であるか否かを判断する（ステップS2607）。ここでの判断基準は、図10のステップS210と同様である。受信電力が適切である場合、制御部105は、処理を終了する。一方、受信電力が適切でない場合、制御部105は、ステップS2608の動作に進む。

#### 【0328】

ステップS2608において、制御部105は、初期染色体とそれに対応する受信電力とを記憶部106に格納する。

#### 【0329】

次に、制御部105は、使用状態初期染色体テーブルに登録されている全ての初期染色

体について、ステップS 2 6 0 3からS 2 6 0 8の処理を実行済みであるか否かを判断する（ステップS 2 6 0 9）。全ての初期染色体について実行済みでない場合、制御部1 0 5は、別な初期染色体を取得して、ステップS 2 6 0 3の動作を実行する。一方、全ての初期染色体について実行済みである場合、制御部1 0 5は、 $(N_c - N_f - 1)$ 個の染色体をランダムに生成して、ランダム染色体として記憶部1 0 6格納して（ステップS 2 6 1 0）、ステップS 2 5 0 3の処理に進む。ここで、 $N_f$ とは、使用状態初期染色体テーブルに登録されている初期染色体の数を意味する。

#### 【0 3 3 0】

ステップS 2 6 0 2～S 2 6 0 9において、制御部1 0 5は、記憶装置1 0 6に記憶されている初期パラメータ（初期負荷値情報）を評価して、インピーダンス整合が得られる初期パラメータ（初期負荷値情報）が存在すれば、当該初期パラメータ（初期負荷値情報）に対応する負荷値を整合回路4 0 0が有するように、スイッチを切り替える。ステップS 2 6 0 2～S 2 6 0 9の処理を初期制御処理という。

#### 【0 3 3 1】

ステップS 2 6 1 0において、ランダムに染色体を生成する方法は、図2 3 BにおけるステップS 1 1 2 9においてランダムに染色体を生成する方法と同様である。これによって、図4 1に示す動作が開始する前のスイッチ状態に対応する染色体と、使用状態初期染色体テーブルに登録されている染色体と、ランダムに生成された染色体とが、記憶部1 0 6に格納されることとなる。

#### 【0 3 3 2】

図4 2は、図4 0におけるステップS 2 5 0 4での制御部1 0 5の動作の詳細を示すフローチャートである。以下、図4 2を参照しながら、図4 0におけるステップS 2 5 0 4での制御部1 0 5の動作の詳細について説明する。

#### 【0 3 3 3】

まず、制御部1 0 5は、初期設定として、 $i = 0$ とする（ステップS 2 7 0 1）。

#### 【0 3 3 4】

次に、制御部1 0 5は、 $i$ を1増加させる（ステップS 2 7 0 2）。

#### 【0 3 3 5】

次に、制御部1 0 5は、記憶部1 0 6に記憶されている染色体を一つ取得し（ステップS 2 7 0 3）、取得した染色体に対応するスイッチ情報を認識し（ステップS 2 7 0 4）、認識したスイッチ情報に基づいて、整合回路4 0 0のスイッチを切り替える（ステップS 2 7 0 5）。

#### 【0 3 3 6】

次に、制御部1 0 5は、スイッチの切替後に得られる受信電力を取得し（ステップS 2 7 0 6）、取得した受信電力が適切であるか否かを判断する（ステップS 2 7 0 7）。ステップS 2 7 0 7における判断基準は、図1 0のステップS 2 1 0と同様である。

#### 【0 3 3 7】

受信電力が適切である場合、制御部1 0 5は、処理を終了する。一方、受信電力が適切でない場合、制御部1 0 5は、ステップS 2 7 0 3で取得した染色体とステップS 2 7 0 6で取得した受信電力とを対応つけて、記憶部1 0 6に記憶させ（ステップS 2 7 0 8）、ステップS 2 7 0 9の動作に進む。

#### 【0 3 3 8】

ステップS 2 7 0 9において、制御部1 0 5は、 $i = N_c$ であるか否か、すなわち全ての染色体について受信電力を評価したか否かを判断する。 $i = N_c$ でない場合、制御部1 0 5は、ステップS 2 7 0 2の動作に戻って、別の染色体の評価を継続する。一方、 $i = N_c$ である場合、制御部1 0 5は、ステップS 2 5 0 5の動作に進む。

#### 【0 3 3 9】

このようにステップS 2 7 0 2～2 7 0 9において、制御部1 0 5は、ランダム染色体（ランダム負荷値情報）を評価して、インピーダンス整合が得られるランダム染色体（ランダム負荷値情報）が存在すれば、当該ランダム染色体（ランダム負荷値情報）に対応す



る負荷値が得られるように整合回路400を制御する。インピーダンス整合が得られるランダム染色体（ランダム負荷値情報）が存在しない場合、制御部105は、ステップS2505以降の処理に進んで、初期染色体（初期負荷値情報）およびランダム染色体（ランダム負荷値情報）を用いて、インピーダンス整合が得られる染色体（整合負荷値情報）を導出する。

#### 【0340】

図43は、図40におけるステップS2505での制御部105の動作の詳細を示すフローチャートである。以下、図43を参照しながら、図40におけるステップS2505での制御部105の動作の詳細について説明する。

#### 【0341】

まず、制御部105は、図42におけるステップS2708で記憶した受信電力の中で最も高い受信電力を有する染色体を選択する（ステップS2801）。次に、制御部105は、選択した染色体のスイッチ情報を認識して（ステップS2802）、整合回路400のスイッチを切り替える（ステップS2803）。

#### 【0342】

次に、制御部105は、最も受信電力が高かった染色体を染色体A(0)とし、当該染色体に対応する受信電力をRSSI(0)として、記憶部106に格納し（ステップS2804）、ステップS2506の動作に進む。これにより、最も優先度が高いと思われる染色体が配列の先頭に格納されることとなる。

#### 【0343】

図44は、図39におけるステップS2402での制御部105の動作の詳細を示すフローチャートである。以下、図44を参照しながら、図40におけるステップS2402での制御部105の動作の詳細について説明する。

#### 【0344】

まず、制御部105は、初期設定として、 $i=1$ とする（ステップS2901）。次に、制御部105は、現在の受信電力をRSSI1とする（ステップS2902）。

#### 【0345】

次に、制御部105は、第*i*のスイッチの状態を反転させる（ステップS2903）。ただし、直列可変負荷部410内の全てのスイッチがオフになる場合は、制御部105は、スイッチを反転させないこととする。

#### 【0346】

次に、制御部105は、受信電力を取得し、取得した受信電力をRSSI2とする（ステップS2904）。次に、制御部105は、受信電力RSSI2が適切な受信電力であるか否かを判断する（ステップS2905）。ステップS2905での判断基準は、図10におけるステップS210での判断基準と同様である。

#### 【0347】

受信電力RSSI2が適切である場合、制御部105は、処理を終了する。一方、受信電力RSSI2が適切でない場合、制御部105は、ステップS2906の動作に進む。

#### 【0348】

ステップS2906において、制御部105は、RSSI2がRSSI1よりも大きいかな否かを判断する。これによって、スイッチの反転によってより受信電力が高くなるように整合回路400が制御されたか否かが判断されることとなる。

#### 【0349】

RSSI2がRSSI1よりも大きい場合、制御部105は、RSSI1の値をRSSI2の値に置き換えて（ステップS2907）、ステップS2909の動作に進む。一方、RSSI2がRSSI1よりも大きくない場合、制御部105は、ステップS2903で反転させた第*i*のスイッチを元に戻して（ステップS2908）、ステップS2909の動作に進む。

#### 【0350】

ステップS2909において、制御部105は、 $i=8$ であるか否かを判断する。なお

、スイッチの数が8個であるので $i = 8$ といった判断基準を用いることとしたが、スイッチの数が変われば、当然、それに応じて、判断基準も変わる。

#### 【0351】

$i = 8$ でない場合、制御部105は、 $i$ を1増加させて（ステップS2910）、ステップS2903の動作に戻り、別なスイッチの反転処理を実行する。一方、 $i = 8$ である場合、制御部105は、スイッチの反転を試みる前（ステップS2902のとき）のスイッチのオンオフ状態と、全てのスイッチの反転を試みた後のスイッチのオンオフ状態とが一致しているか否かを判断する（ステップS2911）。状態が一致している場合、制御部105は、処理を終了する。一方、状態が一致していない場合、制御部105は、ステップS2901の動作に戻る。

#### 【0352】

初期制御処理においてインピーダンス整合が得られる初期染色体（初期負荷値情報）が存在しない場合、ステップS2610以降の処理において、制御部105は、初期染色体（初期負荷値情報）を用いて、インピーダンス整合が得られる染色体またはスイッチ情報（整合負荷値情報）を導出して、整合回路400を制御する。ステップS2610以降の処理を、整合負荷値導出処理という。

#### 【0353】

このように、第6の実施形態では、受信電力の変化が検知された場合、制御部105は、まず、使用状態初期染色体テーブルに格納されている染色体を用いて、整合回路400のスイッチを切り替える。適切な受信電力を得ることができる初期染色体が存在していれば、制御部105は、当該初期染色体に対応するように整合回路400のスイッチを切り替えて、インピーダンスを整合させる。一方、適切な受信電力を得ることができる初期染色体が存在しない場合、制御部105は、新たに染色体をランダムに発生させ、適切な受信電力を得ることができる染色体が存在するか否かを判断する。適切な受信電力を得ることができる染色体が存在すれば、制御部105は、当該染色体に対応するように整合回路400のスイッチを切り替えて、インピーダンスを整合させる。一方、適切な受信電力を得ることができる染色体が存在しない場合、制御部105は、染色体を進化させて、新たな染色体を得る。得られた染色体の中に、適切な受信電力を得ることができる染色体が存在すれば、制御部105は、当該染色体に対応するように整合回路400のスイッチを切り替えて、インピーダンスを整合させる。一方、適切な受信電力を得ることができる染色体が存在しない場合、制御部105は、最も高い受信電力を得ることができる染色体を選択して、当該染色体に対応するように整合回路400のスイッチを切り替える。その上で、制御部105は、各スイッチのオンオフを切り替えながら、整合回路400のインピーダンスを微調整して、最適な受信電力を得ることができるようにする。したがって、整合回路400のインピーダンスを短時間で適切な値に変化させることができる。これにより、アンテナがおかれる様々な環境において、常にインピーダンスを適応的に制御することができるので、不整合損による損失を減らすことができ、常に安定した受信電力を得ることができる携帯無線装置が提供されることとなる。

#### 【0354】

なお、制御部105は、図39に示す処理の最中に、適切な受信電力を得ることができた場合、当該受信電力を得ることができた整合回路400のスイッチ状態に対応する染色体を初期染色体として記憶部106に格納するようにしてもよい。具体的には、制御部105は、図41のステップS2607の後、図40のステップS2502の後、およびS2504の後に、整合回路400のスイッチ状態に対応する染色体を記憶部106に格納する。この場合、制御部105は、図41のステップS2603において、新たに格納された初期染色体も選択するように動作するとよい。制御部105によるインピーダンスの調整が繰り返し実行されることによって、記憶部106には、初期染色体が蓄積されていく。これにより、携帯無線装置は、インピーダンスの整合を繰り返し実行していくことによって、ユーザに適合したパラメータを蓄積されていくこととなる。よって、制御部105による処理が繰り返し実行される程、インピーダンスの整合のための時間が短縮さ

れていくこととなる。

#### 【0355】

なお、第6の実施形態において、初期染色体を評価する図41における処理と、染色体を評価する図42における処理とが、第一世代では一部重複することとなる。この重複する処理は、図42において省略されてもよい。

#### 【0356】

なお、第1～第6の実施形態における整合負荷値導出処理では、整合回路の負荷値を繰り返し変化させていくことによって、整合負荷値情報を導出している。

#### 【0357】

（第7の実施形態）

第7の実施形態において、携帯無線装置の基本構成は、第1の実施形態と同様であるので、図1を援用することとする。また、整合回路は、第1の実施形態と同様であるので、図2を援用することとする。なお、第3の実施形態では、使用状態初期染色体テーブルを用いないので、記憶部106は、使用状態初期染色体テーブルを記憶していない。

#### 【0358】

第7の実施形態における制御部105の動作は、第3の実施形態に係る制御部105の動作と類似するので、図22～図34を援用することとする。ただし、第7の実施形態では、使用状態において整合がとれていると予想される染色体を用いることなく、初期染色体をランダムに発生させることから処理を開始する。

#### 【0359】

以下、第3の実施形態と異なる点を中心に、第7の実施形態に係る制御部105の動作について説明する。

#### 【0360】

第3の実施形態と第7の実施形態とが異なる点は、図23AのステップS1102における処理内容である。第7の実施形態では、ステップS1102において、Nc個の染色体をランダムに生成する。

#### 【0361】

なお、第7の実施形態においても、適切な受信電力を得ることができた場合、そのときの染色体を初期染色体として初期染色体テーブルに登録してもよいことは言うまでもない。この場合、制御部105は、図22の処理を開始するとき、新たに登録した初期染色体を用いて処理を実行すればよい。これにより、制御部105による処理が繰り返し実行される程、インピーダンスの整合のための時間が短縮されていくこととなる。

#### 【0362】

（第8の実施形態）

第8の実施形態において、携帯無線装置の基本構成は、第1の実施形態と同様であるので、図1を援用することとする。また、整合回路は、第3の実施形態と同様であるので、図35を援用することとする。

#### 【0363】

第8の実施形態における制御部105の動作は、最初にNc個の染色体を生成する手順以外は、第6の実施形態に係る制御部105の動作と同様であるので、図39、図40、図42～図44を援用することとする。第6の実施形態では、使用状態において整合が取れていると予想される染色体を用いることとしたが、第8の実施形態では、使用状態において整合が取れていると予想される染色体を用いない点が異なる。

#### 【0364】

以下、第6の実施形態と異なる点を中心に、第8の実施形態に係る制御部105の動作について説明する。

#### 【0365】

第6の実施形態と第8の実施形態とが異なる点は、図40のステップS2502において、Nc個の染色体を生成するにあたり、使用状態初期染色体テーブルを用いるか否かである。第8の実施形態では、ステップS2502において、Nc個の染色体を生成する際

、使用状態初期染色体テーブルは用いずに、N c 個の染色体を全てランダムに生成する。具体的には、第 8 の実施形態におけるステップ S 2 5 0 2 での処理は、図 2 3 におけるステップ S 1 1 0 2 の処理に置き換わる。図 2 3 におけるステップ S 1 1 0 2 の処理を実行することによって、制御部 1 0 5 は、N c 個の染色体をランダムに生成し、記憶部 1 0 6 に格納することとなる。その他の処理については、第 6 の実施形態と同様である。

#### 【0366】

このように第 8 の実施形態では、初期染色体テーブルが用いられないので、アンテナがおかれる様々な環境に対する整合パラメータを予備知識として記憶しておかなくてもよいので、メモリ容量が削減できる。

#### 【0367】

なお、第 8 の実施形態においても、適切な受信電力を得ることができた場合、そのときの染色体を初期染色体として初期染色体テーブルに登録してもよいことは言うまでもない。この場合、制御部 1 0 5 は、図 3 9 の処理を開始するとき、新たに登録した初期染色体を用いて処理を実行すればよい。これにより、制御部 1 0 5 による処理が繰り返し実行される程、インピーダンスの整合のための時間が短縮されていくこととなる。

#### 【0368】

(第 9 の実施形態)

第 9 の実施形態に係る携帯無線装置は、二つ以上のアンテナを備えた携帯無線装置であって、ダイバーシチおよびインピーダンス適応整合を行うことができる。

#### 【0369】

図 4 5 は、第 9 の実施形態に係る携帯無線装置 5 の構成を示すブロック図である。図 4 5 において、携帯無線装置 5 は、第 1 ～第 n のアンテナ 5 0 1 ( # 1 ) ～5 0 1 ( # n ) と、第 1 ～第 n の整合回路 5 0 2 ( # 1 ) ～5 0 2 ( # n ) と、スイッチ回路 5 0 7 と、信号強度検出部 5 0 3 と、信号処理部 5 0 4 と、制御部 5 0 5 と、記憶部 5 0 6 とを備える。

#### 【0370】

第 1 ～第 n の整合回路 5 0 2 ( # 1 ) ～5 0 2 ( # n ) は、制御部 5 0 5 からの指示に応じてインピーダンスを変化させることができる回路である。たとえば、第 1 ～第 n の整合回路 5 0 2 ( # 1 ) ～5 0 2 ( # n ) は、図 2 に示す整合回路 1 0 2 や、図 3 5 に示す整合回路 4 0 0 である。

#### 【0371】

スイッチ回路 5 0 7 は、制御部 5 0 5 からの指示に応じて、第 1 ～第 n の整合回路 5 0 2 ( # 1 ) ～5 0 2 ( # n ) の内のいずれか一つの整合回路と信号強度検出部 5 0 3 とが電氣的に接続されるようにスイッチングする。

#### 【0372】

信号強度検出 5 0 3 は、いずれか一つのアンテナ 5 0 1 といずれか一つの整合回路 5 0 2 とスイッチ回路 5 0 7 とを介して送られてくる受信信号を信号処理部 5 0 4 に送ると共に、受信電力を検出して制御部 5 0 5 に送る。第 1 の実施形態と同様、求められる受信電力は、平均値である。

#### 【0373】

信号処理部 5 0 4 は、送られてくる受信信号を処理する。

#### 【0374】

制御部 5 0 5 は、最も高い受信電力を得ることができるアンテナからの信号を信号処理部 5 0 4 に送るために、スイッチ回路 5 0 7 を制御する。制御部 5 0 5 は、スイッチ回路 5 0 7 を介して、信号強度検出部 5 0 3 に対して電氣的に接続されている整合回路 5 0 2 のインピーダンスを制御する。

#### 【0375】

記憶部 5 0 6 は、制御部 5 0 5 によるインピーダンス制御に必要な情報を格納する。

#### 【0376】

図 4 6 は、第 9 の実施形態に係る制御部 5 0 5 の動作を示すフローチャートである。図

4 6 に示す処理は、受信電力が低下したときや、受信電力が所定のしきい値以下となったことをトリガーとして開始する。まず、制御部 5 0 5 は、最も高い受信電力を得ることができるアンテナ 5 0 1 を選択するように、スイッチ回路 5 0 7 を制御する（ステップ S 3 0 0 1）。次に、制御部 5 0 5 は、選択したアンテナ 5 0 1 に接続される整合回路 5 0 2 のインピーダンスを調整し（ステップ S 3 0 0 2）、処理を終了する。ステップ S 3 0 0 2 における処理は、第 1 ～第 8 の実施形態で示したインピーダンスの制御処理のいずれかである。

#### 【0377】

このように、第 9 の実施形態では、適切な受信電力を得ることができるアンテナが選択され、さらに、選択されたアンテナと整合するためのインピーダンスが制御部によって、調整される。したがって、インピーダンス整合のための時間が短縮されることとなる。

#### 【0378】

なお、第 9 の実施形態では、ステップ S 3 0 0 2 の動作が終了し、インピーダンスを適応的に整合させた後、アンテナ環境が変化して受信電力が劣化すれば、制御部 5 0 5 は、再び、ステップ S 3 0 0 1 の動作を開始し、アンテナを切り替え、インピーダンスを適応的に整合させることとなる。しかし、制御部 5 0 5 は、ステップ S 3 0 0 2 においてインピーダンスを制御している間であっても、アンテナを切り替えるようにしてもよい。たとえば、制御部 5 0 5 は、ステップ S 3 0 0 2 の最中に、定期的にアンテナを切り替えて、受信電力が高いアンテナを調べるようにしてもよい。もし、受信電力が高いアンテナが見つければ、制御部 5 0 5 は、ステップ S 3 0 0 1 の動作に戻って、新たなアンテナに切り替えて、ステップ S 3 0 0 2 において新たなアンテナに対応する整合回路のインピーダンスを制御するようにするとよい。

#### 【0379】

なお、第 9 の実施形態では、アンテナ毎に異なる整合回路を設けることとしたが、共通の整合回路を用いることとしてもよい。この場合、スイッチ回路は、アンテナと共通の整合回路との間に設けられるとよい。これにより、実装面積が削減されることとなる。

#### 【0380】

なお、第 1 ～第 9 の実施形態における処理は、可能な限り、様々に組み合わせることができ、処理の組み合わせの例は、上記の例に限られるものではない。

#### 【0381】

（第 10 の実施形態）

第 1 ～第 9 の実施形態では、受信側のインピーダンス整合について説明した。本発明のインピーダンス整合方法は、送信側のインピーダンス整合についても用いられる。第 10 の実施形態では、送信側のインピーダンス整合について説明する。

#### 【0382】

図 4 7 A は、第 10 の実施形態に係る携帯無線装置 6 の構成を示すブロック図である。図 4 7 A において、携帯無線装置 6 は、アンテナ 6 0 1 と、整合回路 6 0 2 と、反射電圧検出器 6 0 3 と、信号処理部 6 0 4 と、制御部 6 0 5 と、記憶部 6 0 6 とを備える。

#### 【0383】

信号処理部 6 0 4 で生成された送信信号は、反射電圧検出器 6 0 3 および整合回路 6 0 2 を介して、アンテナ 6 0 1 から放射される。反射電圧検出器 6 0 3 は、送信信号の反射電圧を検出し、検出した反射電圧を制御部 6 0 5 に伝える。整合回路 6 0 2 は、制御部 6 0 5 からの指示に応じて、インピーダンスを変化させることができる回路である。たとえば、整合回路 6 0 2 は、図 2 に示す整合回路 1 0 2 や、図 3 5 に示す整合回路 4 0 0 である。記憶部 6 0 6 は、制御部 6 0 5 によるインピーダンス制御に必要な情報を格納する。

#### 【0384】

制御部 6 0 5 は、反射電圧検出器 6 0 3 から与えられる反射電圧に応じて、反射電圧がより小さくなるように、整合回路 4 0 0 のインピーダンスを制御する。インピーダンスの制御方法は、第 1 ～第 8 の実施形態のいずれかに準ずる。

#### 【0385】

具体的には、制御部605は、第1～第8の実施形態において受信電力を格納するステップ（S204，S211，S212，S221，S305，S406，S801，S806，S807，S1208，S1407，S2301，S2302，S2602，S2608，S2708）では、反射電圧を格納する。

#### 【0386】

制御部605は、第1～第8の実施形態において受信電力を取得するステップ（S209，S219，S304，S804，S904，S910，S919，S925，S1206，S1802，S1808，S2002，S2008，S2302，S2608，S2706，S2902，S2904）では、反射電圧を取得する。

#### 【0387】

制御部605は、第1～第8の実施形態において受信電力が適切であるか否かを判断するステップ（S210，S220，S805，S905，S911，S920，S926，S1207，S1803，S1809，S2003，S2009，S2303，S2307，S2607，S2707，S2905）では、反射電圧が適切であるか否かを判断する。制御部605は、取得した反射電圧が、インピーダンスが変化する前に整合していた整合時の反射電圧以上である場合、反射電圧が適切であると判断する。その他、制御部605は、取得した反射電圧がインピーダンスが変化したときの反射電圧よりも所定の量以上大きい場合、取得した反射電圧は適切であると判断する。また、制御部605は、取得した反射電圧がある所定のしきい値よりも大きい場合、反射電圧は適切であると判断してもよい。反射電圧の判断基準は、上記の判断基準に限定されるものではない。

#### 【0388】

制御部605は、第1～第8の実施形態において最も大きい受信電力を用いるステップ（S214，S302，S702，S1110，S1111，S1301，S1304，S1305，S1402，S2210，S2211，S2305，S2510，S2511，S2801，S2804，S2805）では、最も小さい反射電圧が用いられる。

#### 【0389】

制御部605は、第1～第8の実施形態において受信電力を比較するステップ（S906，S912，S921，S927，S1804，S1810，S2004，S2010，S2308，S2906）では、反射電圧が小さい方がインピーダンスの整合が取れているとして、分岐判断を実行する。

#### 【0390】

その他、制御部605は、第1～第8の実施形態において受信電力を用いるステップでは、反射電圧を用いることとする。

#### 【0391】

反射電圧が小さいほど、インピーダンスの整合がとれていることを示しているので、染色体の自然淘汰の差異に利用される選択確率  $p(i)$  は、数7のようになる。

#### 【数7】

$$p(j) = \frac{1}{\sum_{i=0}^{Nc} \frac{RSSI(j)}{RSSI(i)}}$$

数7で示す選択確率  $p(i)$  を用いることによって、反射電圧が小さい染色体が優先的に選択されることとなる。

#### 【0392】

なお、携帯無線装置6は、反射電圧検出部603の代わりに、VSWR（Voltage Standing Wave Ratio：電圧定在波比）検出器を備えてもよい。

この場合、制御部605は、VSWRが小さくなるように、第1～第8の実施形態に準ずる制御を実行する。

#### 【0393】

このように、第10の実施形態では、第1～第8の実施形態に準じて、インピーダンスの整合が実行されるので、アンテナがおかれる様々な環境において、常にインピーダンスを適応的に制御することができ、かつ不整合損による損失を減らすことができ、常に安定した送信電力を得ることができる携帯無線装置が提供されることとなる。

#### 【0394】

なお、送信部と受信部とを共に備える携帯無線装置であっても、本発明が適用可能であることは、言うまでもない。図47Bおよび図47Cは、送信部と受信部とを共に備える携帯無線装置7, 8の構成を示すブロック図である。

#### 【0395】

図47Bにおいて、携帯無線装置7は、アンテナ701と、整合回路702と、整合性検出部703と、信号処理部704と、制御部705と、記憶部706と、共用器707とを備える。信号処理部704は、送信部704aと、受信部704bとを含む。携帯無線装置7において、整合性検出部703は、送信信号の反射電力または受信信号の受信電圧、すなわち、インピーダンスの整合度合いを示す情報を検出し、制御部705に伝える。無線信号の受信時、制御部705は、第1～第8の実施形態に示すいずれかの処理を実行して、整合回路702のインピーダンスを調整する。無線信号の送信時、制御部705は、図47Aに示した制御部605と同様に動作して、整合回路702のインピーダンスを調整する。これによって、信号処理部704とアンテナ701との間のインピーダンス整合が得られる。

#### 【0396】

図47Cにおいて、携帯無線装置8は、アンテナ801と、整合回路802と、整合性検出部803と、信号処理部804と、制御部805と、記憶部806と、共用器807とを備える。信号処理部804は、送信部804aと、受信部804bとを含む。整合性検出部803は、インピーダンスの整合度合いを示す情報を検出する機能有し、たとえば、反射電圧検出部803aと、信号強度検出部803bとを含む。反射電圧検出部803aは、送信信号の反射電圧を検出して、制御部805に伝える。信号強度検出部803bは、受信信号の受信電力を検出して、制御部805に伝える。整合回路802は、送信側整合回路802aと、受信側整合回路802bとを含む。送信側整合回路802aは、可変な負荷を有し、送信部804aとアンテナ801との間のインピーダンス整合をとる。受信側整合回路802bは、可変な負荷を有し、受信部804bとアンテナ801との間のインピーダンス整合をとる。無線信号の受信時、制御部805は、第1～第8の実施形態に示すいずれかの処理を実行して、整合回路802bのインピーダンスを調整する。無線信号の送信時、制御部805は、図47Aに示した制御部605と同様に動作して、整合回路802aのインピーダンスを調整する。これによって、整合回路802は、信号処理部804とアンテナ801との間のインピーダンス整合をとる。

#### 【0397】

なお、上記実施形態においても、携帯無線装置は、第9の実施形態と同様、ダイバーシチ構成を有していてもよい。送信時、制御部は、反射電圧が小さくなるアンテナを選択するとよい。

#### 【0398】

(実施形態の各種変形例)

上記実施形態は、その他、様々に変形可能である。以下、上記実施形態の変形例について説明する。

#### 【0399】

上記実施形態において、整合回路の負荷値に関する情報(初期負荷値情報、整合負荷値情報、負荷値情報)として、染色体やバラクタ電圧を表すパラメータ、スイッチのオンオフ状態を表すパラメータを用いることとしたが、あくまでも一例であって、負荷値に関す

る情報は、これらに限られるものではない。

#### 【0400】

上記実施形態において、制御部は、信号強度検出部103や反射電圧検出部603、整合性検出部703，803から与えられる受信電力や反射電圧を用いて、インピーダンス整合が得られているか否かを判断することとしたが、インピーダンス整合が得られているか否かを判断する方法は、これらに限られるものではない。たとえば、制御部は、信号処理部において、正常に復調がなされているか否かによってインピーダンス整合が得られているか否かを判断してもよいし、受信側の装置から与えられる送信信号が適正に受信されたか否かを示す応答内容によってインピーダンス整合が得られているか否かを判断してもよい。また、後述のように、使用状態変化検出部を用いることによって、制御部は、インピーダンス制御の開始するか否かを決定することができる。したがって、信号強度検出部103や反射電圧検出部603、整合性検出部703，803は、本発明の必須の構成要素ではない。

#### 【0401】

図2において、整合回路102は、電圧を印加することによって容量値が変化するバラクタダイオードを使用することとした。しかし、整合回路102では、バラクタダイオード以外の他の可変容量が使用されてもよい。また、可変容量に加えて、可変インダクタが使用されてもよい。また、可変容量の代わりに、可変インダクタが使用されてもよい。すなわち、整合回路102は、少なくとも一つの可変リアクタンス素子および／または少なくとも一つの可変インダクタンス素子を含んでいればよい。いずれの場合も、容量値および／またはインダクタンスを制御するための情報が、パラメータや染色体によって表現されていればよい。

#### 【0402】

上記実施形態において染色体を用いる場合、直列および並列のバラクタ電圧を二進数に変換して、染色体を定義することとしたが、染色体の定義規則は、これに限られるものではない。また、上記実施形態において染色体を用いる場合、整合回路400のスイッチのオンオフに対応させて、染色体を定義することとしたが、染色体の定義規則は、これに限られるものではない。

#### 【0403】

染色体やパラメータの数は、上記実施形態の例に限られるものではないことは言うまでもない。

#### 【0404】

図1、図45、および図47では、制御部105と記憶部106とは、別のパーツであるかのように記載したが、記憶部106は、制御部105の内部に組み込まれていてもよい。

#### 【0405】

上記実施形態において、制御部105（605）は、信号強度検出部103（反射電圧検出部603）から伝えられる受信電力（反射電圧）を平均化して、インピーダンスの整合を開始するべきか否かを判断していた。しかし、平均化の手法はこれに限られるものではない。たとえば、信号強度検出部103（反射電圧検出部603）と制御部105（605）との間に、RC積分回路またはRL積分回路を備え付けてもよい。

#### 【0406】

図48Aは、RC積分回路を備えた携帯無線装置1aの構成を示すブロック図である。図48Aにおいて、信号強度検出部103と制御部105との間に、抵抗301が直列に接続され、容量302が並列に接続される。制御部105は、容量302の電圧303を検波することによって、受信電力を検波する。図48Bは、RL積分回路を備えた携帯無線装置1bの構成を示すブロック図である。図48Bにおいて、信号強度検出部103と制御部105との間に、インダクタ304が直列に接続され、抵抗305が並列に接続される。制御部105は、抵抗305の電圧306を検波することによって、受信電力を検波する。これらにより、制御部105は、滑らかに変化する受信電力を検波することがで



き、安定的な受信電力を取得することができる。反射電圧検出部 603 を用いる場合についても同様である。図 48C は、RC 積分回路を備えた携帯無線装置 6a の構成を示すブロック図である。反射電圧検出部 603 と制御部 605 との間に、抵抗 301 が直列に接続され、容量 302 が並列に接続される。制御部 605 は、容量 302 の電圧 303 を検波することによって、反射電圧を検波する。図 48D は、RL 積分回路を備えた携帯無線装置 6b の構成を示すブロック図である。図 48D において、信号強度検出部 603 と制御部 605 との間に、インダクタ 304 が直列に接続され、抵抗 305 が並列に接続される。制御部 605 は、抵抗 305 の電圧 306 を検波することによって、受信電力を検波する。これらにより、制御部 605 は、滑らかに変化する反射電圧を検波することができ、安定的な反射電圧を取得することができる。なお、図 47B および図 47C の携帯無線装置に対しても、積分回路が適用可能であることは、言うまでもない。

#### 【0407】

使用状態に対応させて染色体またはパラメータを登録しているテーブルを用いる実施形態において、使用状態として、自由空間、通話姿勢、メール姿勢以外の使用状態が用いられてもよい。たとえば、使用状態を、人体とアンテナとの距離が 1cm、2cm、3cm として、各状態で整合がとれる染色体またはパラメータを用いるようにしてもよい。また、その他の状態で整合がとれる染色体またはパラメータを用いてもよい。すなわち、記憶部には、携帯無線装置の典型的な使用状態と対応させて、整合回路のインピーダンスを制御するための情報が格納されていればよい。

#### 【0408】

なお、上記実施形態において、遺伝的アルゴリズムを用いて整合回路のインピーダンスを微調整する処理では、最急降下法アルゴリズムなどの他の最適化アルゴリズムを用いて、インピーダンスを微調整するようにしてもよい。

#### 【0409】

交叉位置の決定方法は、上記実施形態での決定方法に限定されるものではない。たとえば、携帯無線装置は、ある一つの染色体において、一つだけ交叉位置を決定して、他の一つの染色体と遺伝子を交換するようにしてもよいし、複数の交叉位置を決定して、遺伝子を交換するようにしてもよい。

#### 【0410】

当然、使用状態初期染色体テーブルや使用状態初期パラメータテーブルに登録されている染色体は、上述の例に限られない。また、登録されている染色体やパラメータの数も、上述の例に限られない。

#### 【0411】

上記実施形態において、インピーダンスの整合制御が開始するタイミングは、上述の例に限られるものではない。たとえば、定期的を開始されてもよいし、携帯無線装置の使用状態の変化に応じて開始されてもよい。使用状態の変化に応じて、インピーダンスの整合制御を開始する場合、携帯無線装置は、使用状態の変化を検出する使用状態変化検出部を備えることとなる。また、使用状態変化検出部を用いる場合、制御部は、使用状態変化検出部が検出した変化後の使用状態に対応する初期負荷値情報を最初に評価するとよい。

#### 【0412】

たとえば、携帯無線装置を携帯電話とした場合を考える。図 49A は、携帯電話の正面図である。図 49B は、携帯電話の側面図である。たとえば、使用状態変化検出部は、通話ボタン 401 が押下されたか否かを判断する。使用状態変化検出部は、通話ボタン 401 が押下されたことを検出することによって、使用状態が通話状態となったことを検出する。使用状態変化検出部によって通話状態であることが検出された場合、制御部は、インピーダンスの整合制御を開始する。この場合、使用状態初期染色体テーブルまたは使用状態初期パラメータテーブルには、通話状態において整合が取れていると予想される初期染色体「通話」または初期パラメータ「通話」が登録されているとよい。そして、制御部は、インピーダンスの整合制御を開始した場合、まず、通話状態に対応する初期染色体「通話」または初期パラメータ「通話」を最初に選んで、受信電力を取得し、取得した受信電

力が適切であるか否かを判断する（たとえば、図10のステップS210）。適切でない場合、遺伝的アルゴリズムや最急降下法等の最適化アルゴリズムによって、適切な染色体を得ていく。このように、使用状態変化検出部によって使用状態の変更が検知された場合、制御部は、まず、変化後の使用状態に対応する初期染色体または初期パラメータを用いて、整合回路を制御するので、より短時間でインピーダンスを整合させることが可能となる。

#### 【0413】

また、たとえば、携帯無線装置が折りたたみ式携帯電話である場合、使用状態変化検知部は、当該携帯電話の開閉を検出することによって、使用状態が開状態であるかそれとも閉状態であるかを検出とよい。制御部は、携帯電話が開いたとき、または携帯電話が閉じたときに、インピーダンスの整合制御を開始する。この場合、使用状態初期染色体テーブルまたは使用状態初期パラメータテーブルには、携帯電話が開いた状態において整合が取れると予想される初期染色体「開」または初期パラメータ「開」と、携帯電話が閉じた状態において整合が取れると予想される初期染色体「閉」または初期パラメータ「閉」とが登録されているとよい。そして、制御部は、使用状態変化検出部によって開状態であることが検出された場合、初期染色体「開」または初期パラメータ「開」を最初に選んで、受信電力を取得し、取得した受信電力が適切であるか否かを判断する（たとえば、図10のステップS210）。制御部は、使用状態変化検出部によって閉状態であることが検出された場合、初期染色体「閉」または初期パラメータ「閉」を最初に選んで、受信電力を取得し、取得した受信電力が適切であるか否かを判断する（たとえば、図10のステップS210）。適切でない場合、制御部は遺伝的アルゴリズムまたは最急降下法等の最適化アルゴリズムによって、適切な染色体を得ていく。このように、使用状態変化検知部によって使用状態の変化が検知された場合、制御部は、まず、変更後の状態状態に対応する初期染色体または初期パラメータを用いて、整合回路を制御するので、より短時間でインピーダンスを整合させることが可能となる。

#### 【0414】

また、たとえば、使用状態変化検知部は、携帯電話に対して人体が近接したか否かを判断するための温度センサ402であるとよい。制御部は、温度センサ402によって人体が携帯電話に近接したと判断された場合、インピーダンスの整合制御を開始する。この場合、人体に近接したときの距離とそのとき温度センサ402が感知する温度との関係をあらかじめ調べておく。使用状態初期染色体テーブルまたは使用状態初期パラメータテーブルには、温度に対応させて、その状態において整合が取れると予想される初期染色体または初期パラメータが登録されている。制御部は、温度センサ402が感知した温度に対応する初期染色体を使用状態初期染色体テーブルから選んで、受信電力を取得し、取得した受信電力が適切であるか否かを判断する（たとえば、図10のステップS210）。適切でない場合、制御部は遺伝的アルゴリズムまたは最急降下法等の最適化アルゴリズムによって、適切な染色体を得ていく。具体的には、人体とアンテナとの距離が1cmであるとき、温度センサ402は25度を感知するとする。このとき、使用状態初期染色体テーブルには、予め、アンテナが人体と1cmの距離にあるとき整合が取れる初期染色体「温度25」が登録されている。その他、温度センサ402が感知する温度に対応付けて初期染色体が登録されている。温度センサ402によって、25度が感知された場合、制御部105は、初期染色体「温度25」を選択する。これにより、短時間でインピーダンスを適応的に整合させることが可能となる。

#### 【0415】

なお、携帯無線装置は、アンテナの周囲の環境の変化を検知するアンテナ周囲環境変化検知部を備えてもよい。この場合、制御部は、アンテナ環境変化検知部によってアンテナの周囲の環境が変化するのが検知されたら、インピーダンスの整合制御を開始するとよい。この場合、記憶部は、あらかじめ、アンテナがおかれる様々な環境において整合が取れると予想される初期染色体または初期パラメータを記憶しておくともよい。これによって、当該初期染色体または初期パラメータを用いて、インピーダンスの整合制御が行われるこ

ととなるので、短時間でインピーダンスが整合することとなる。

#### 【0416】

なお、上記実施形態では、元々、アンテナと信号処理部とは、自由空間中で整合していることとしたが、当然、これに限るものではない。例えば、元々、アンテナと信号処理部とは、通話で使用される状態（通話姿勢時）で整合しているとしてもよい。また、元々、アンテナと信号処理部とは、その他の環境下で整合していると設定しておいてもよいことはいうまでもない。

#### 【0417】

なお、上記説明では、携帯無線装置の例として、携帯電話を中心に例示したが、本発明の携帯無線装置は、携帯電話以外にも適用可能である。たとえば、携帯無線装置としては、無線LAN用の小型通信装置や、RFID（Radio Frequency Identification）システムの質問器および応答器、キーレスエントリシステムの送信機など、あらゆる携帯型の無線装置に本発明は適用可能である。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0418】

本発明は、アンテナが人体や物に近接することによって生じるインピーダンスの不整合を解消することができるので、受信または送信電力の劣化を防ぐことができ、携帯電話をはじめ、あらゆる通信で用いる機器等に応用できる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0419】

【図1】 本発明の第1の実施形態に係る携帯無線装置1の構成を示すブロック図

【図2】 整合回路102の回路構成を示すブロック図

【図3】 使用状態初期染色体テーブルの一例を示す図

【図4】 第1の実施形態に係る制御部105の動作を示すフローチャート

【図5】 染色体受信電力テーブルの一例を示す図

【図6】 自然淘汰後染色体受信電力テーブルの一例を示す図

【図7】 交叉後染色体テーブルの一例を示す図

【図8】 突然変異後染色体テーブルの一例を示す図

【図9】 第二世代目以降の染色体受信電力テーブルの一例を示す図

【図10】 ステップS101における制御部105の動作の詳細を示すフローチャート

【図11】 図4におけるステップS102での制御部105の詳細な動作を示すフローチャート

【図12】 図4におけるステップS103での制御部105の詳細な動作を示すフローチャート

【図13】 図4におけるステップS104での制御部105の詳細な動作を示すフローチャート

【図14】 図4におけるステップS105での制御部105の詳細な動作を示すフローチャート

【図15】 適切な染色体が見つかった場合、当該染色体を初期染色体として初期染色体テーブルに登録するようにしたときの図4におけるステップS101の動作の詳細を示すフローチャート

【図16】 第2の実施形態における使用状態初期パラメータテーブルの一例を示す図

【図17】 第2の実施形態における制御部105の動作を示すフローチャート

【図18】 パラメータ受信電力テーブルの一例を示す図

【図19】 ステップS701における制御部105の動作の詳細を示すフローチャート

【図20】 ステップS703における制御部105の動作の一部を示すフローチャート

【図21】 ステップS917以降の制御部105の動作の詳細を示すフローチャート

- 【図 2 2】 第 3 の実施形態における制御部 1 0 5 の動作を示すフローチャート
- 【図 2 3 A】 ステップ S 1 0 0 1 における制御部 1 0 5 の動作の詳細を示すフローチャート
- 【図 2 3 B】 図 2 3 A におけるステップ S 1 1 0 2 での制御部 1 0 5 の動作の詳細を示すフローチャート
- 【図 2 4】 図 2 3 A におけるステップ S 1 1 0 4 での制御部 1 0 5 の動作の詳細を示すフローチャート
- 【図 2 5】 図 2 3 A におけるステップ S 1 1 0 5 での制御部 1 0 5 の動作の詳細を示すフローチャート
- 【図 2 6】 図 2 3 A におけるステップ S 1 1 0 6 での制御部 1 0 5 の動作の詳細を示すフローチャート
- 【図 2 7】 図 2 3 A におけるステップ S 1 1 0 7 での制御部 1 0 5 の詳細な動作を示すフローチャート
- 【図 2 8】 図 2 3 A におけるステップ 1 1 0 8 での制御部 1 0 5 の動作の詳細を示すフローチャート
- 【図 2 9】 図 2 2 におけるステップ S 1 0 0 2 での制御部 1 0 5 の動作の詳細を示すフローチャート
- 【図 3 0】 図 2 9 におけるステップ S 1 7 0 2 での制御部 1 0 5 の詳細な動作を示すフローチャート
- 【図 3 1】 図 2 9 におけるステップ S 1 7 0 3 での制御部 1 0 5 の動作の詳細を示すフローチャート
- 【図 3 2】 図 2 9 におけるステップ S 1 7 0 4 での制御部 1 0 5 の動作の詳細を示すフローチャート
- 【図 3 3】 図 2 9 におけるステップ S 1 7 0 5 での制御部 1 0 5 の動作の詳細を示すフローチャート
- 【図 3 4】 図 2 2 におけるステップ S 1 0 0 3 での制御部 1 0 5 の動作の詳細を示すフローチャート
- 【図 3 5】 第 4 の実施形態に係る整合回路 4 0 0 の構成を示すブロック図
- 【図 3 6】 使用状態初期パラメータテーブルの一例を示す図
- 【図 3 7】 第 5 の実施形態に係る制御部 1 0 5 の動作を示すフローチャート
- 【図 3 8】 使用状態初期染色体テーブルの一例を示す図
- 【図 3 9】 第 6 の実施形態に係る制御部 1 0 5 の動作を示すフローチャート
- 【図 4 0】 ステップ S 2 4 0 1 における制御部 1 0 5 の動作の詳細を示すフローチャート
- 【図 4 1】 図 4 0 におけるステップ S 2 5 0 2 での制御部 1 0 5 の動作の詳細を示すフローチャート
- 【図 4 2】 図 4 0 におけるステップ S 2 5 0 4 での制御部 1 0 5 の動作の詳細を示すフローチャート
- 【図 4 3】 図 4 0 におけるステップ S 2 5 0 5 での制御部 1 0 5 の動作の詳細を示すフローチャート
- 【図 4 4】 図 3 9 におけるステップ S 2 4 0 2 での制御部 1 0 5 の動作の詳細を示すフローチャート
- 【図 4 5】 第 9 の実施形態に係る携帯無線装置 5 の構成を示すブロック図
- 【図 4 6】 第 9 の実施形態に係る制御部 5 0 5 の動作を示すフローチャート
- 【図 4 7 A】 第 1 0 の実施形態に係る携帯無線装置 6 の構成を示すブロック図
- 【図 4 7 B】 送信部と受信部とを共に備える携帯無線装置 7 , 8 の構成を示すブロック図
- 【図 4 7 C】 送信部と受信部とを共に備える携帯無線装置 7 , 8 の構成を示すブロック図
- 【図 4 8 A】 R C 積分回路を備えた携帯無線装置 1 a の構成を示すブロック図

【図 4 8 B】 R L 積分回路を備えた携帯無線装置 1 b の構成を示すブロック図

【図 4 8 C】 R C 積分回路を備えた携帯無線装置 6 a の構成を示すブロック図

【図 4 8 D】 R L 積分回路を備えた携帯無線装置 6 b の構成を示すブロック図

【図 4 9 A】 携帯電話の正面図

【図 4 9 B】 携帯電話の側面図

【図 5 0】 特許文献 1 に記載された従来の無線装置 9 0 0 の構成を示すブロック図

【符号の説明】

【 0 4 2 0 】

1, 1 a, 1 b, 6 a, 6 b, 5, 6, 7, 8 携帯無線装置

1 0 1, 5 0 1, 6 0 1, 7 0 1, 8 0 1 アンテナ

1 0 2, 4 0 0, 5 0 2, 6 0 2, 7 0 2, 8 0 2 整合回路

1 0 3, 5 0 3, 8 0 3 b 信号強度検出部

1 0 4, 5 0 4, 6 0 4, 7 0 4, 8 0 4 信号処理部

1 0 5, 5 0 5, 6 0 5, 7 0 5, 8 0 5 制御部

1 0 6, 5 0 6, 6 0 6, 7 0 6, 8 0 6 記憶装置

2 0 1 直列負荷

2 0 2 並列負荷

2 0 3 直列 バラクタ ダイオード

2 0 4 並列 バラクタ ダイオード

2 0 5 グランド

2 0 6 直列のバラクタ電圧

2 0 7 並列のバラクタ電圧

3 0 1, 3 0 5 抵抗

3 0 2 コンデンサ

3 0 4 インダクタ

4 0 1 通話ボタン

4 0 2 温度センサ

4 1 1 ~ 4 1 4, 4 2 1 ~ 4 2 4 第 1 ~ 第 8 の負荷

4 1 5 ~ 4 1 8, 4 2 5 ~ 4 2 8 第 1 ~ 第 8 のスイッチ

5 0 7 スイッチ回路

6 0 3, 8 0 3 a 反射電圧検出部

7 0 3, 8 0 3 整合性検出部

7 0 7 共用器

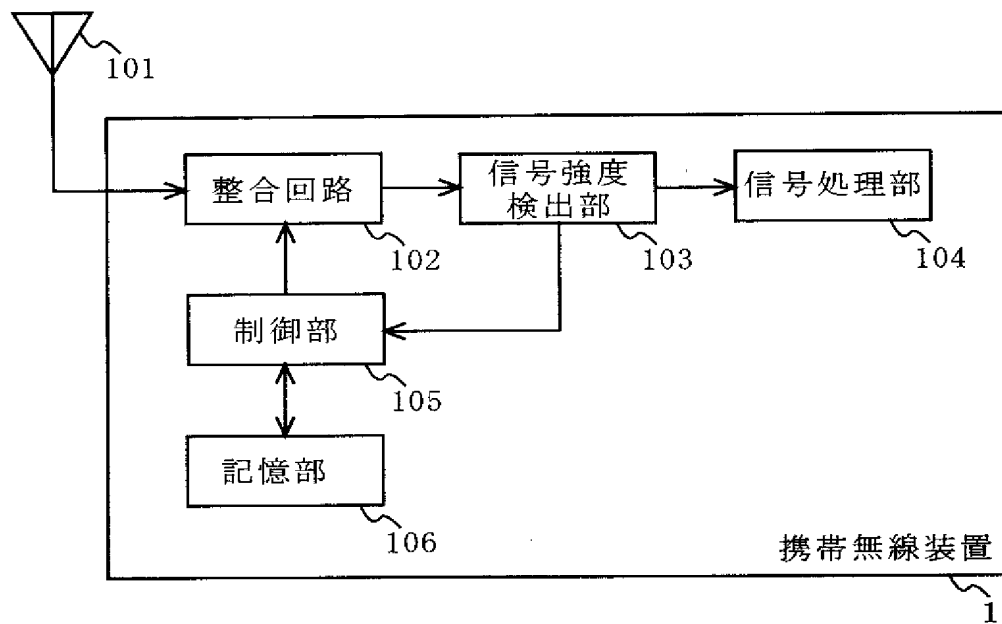
8 0 2 a 送信側整合回路

8 0 2 b 受信側整合回路

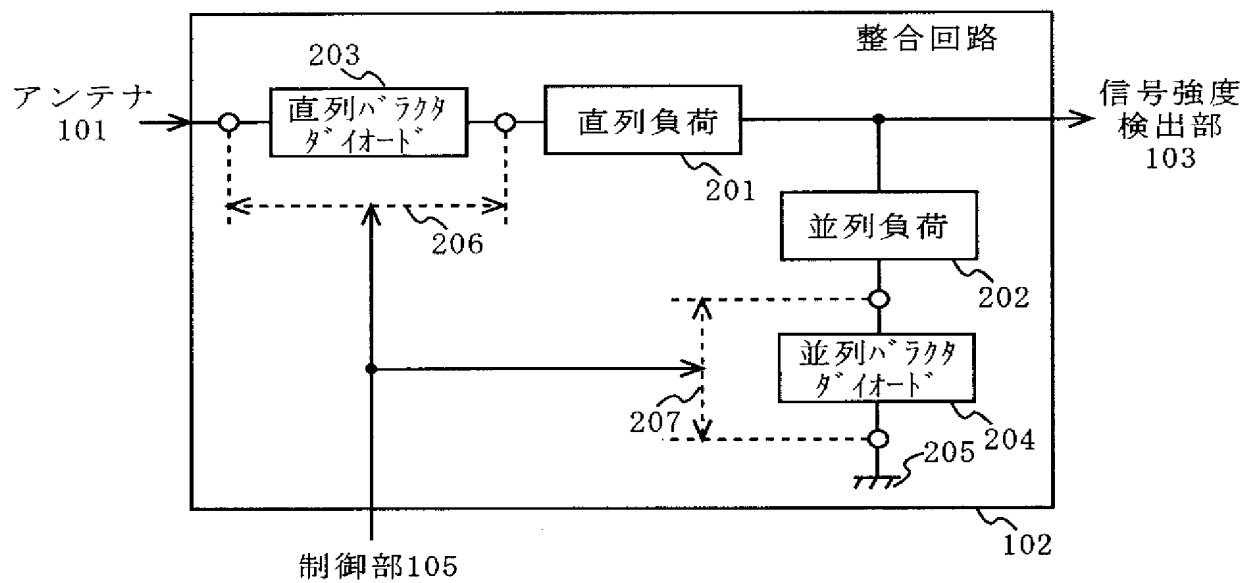
8 0 4 a 送信部

8 0 4 b 受信部

【図 1】



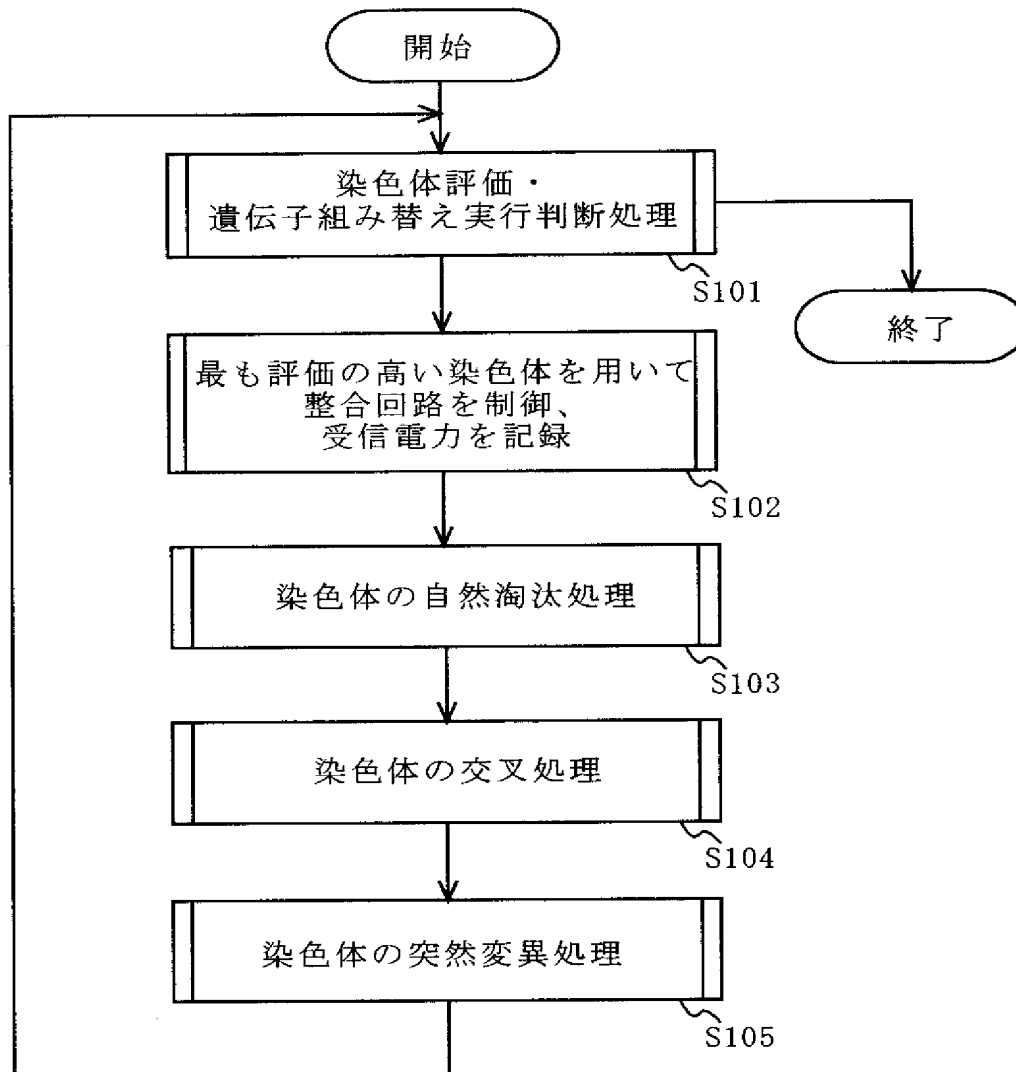
【図 2】



【図 3】

使用状態初期染色体テーブル	
染色体	使用状態
初期染色体A(1):0000 0000 0000 0000	自由空間
初期染色体A(2):0000 1100 0001 0100	通話姿勢
初期染色体A(3):0000 0101 0000 1111	メール姿勢

【図 4】



【図 5】

染色体受信電力テーブル	
染色体	受信電力
染色体B(1):0000 0000 0000 0000	R S S S I 1
染色体B(2):0000 0000 0000 0000	R S S S I 2
染色体B(3):0000 1100 0001 0100	R S S S I 3
染色体B(4):0000 0101 0000 1111	R S S S I 4

【図 6】

自然淘汰後染色体受信電力テーブル	
染色体	受信電力
染色体C(1):0000 1100 0001 0100	R S S S I 3
染色体C(2):0000 0000 0000 0000	R S S S I 2
染色体C(3):0000 1100 0001 0100	R S S S I 3
染色体C(4):0000 0101 0000 1111	R S S S I 4

【図 7】

交叉後染色体テーブル	
染色体	
染色体D(1):0000 1101 0001 1111	
染色体D(2):0000 0000 0000 0000	
染色体D(3):0000 1100 0001 0100	
染色体D(4):0000 0100 0000 0100	

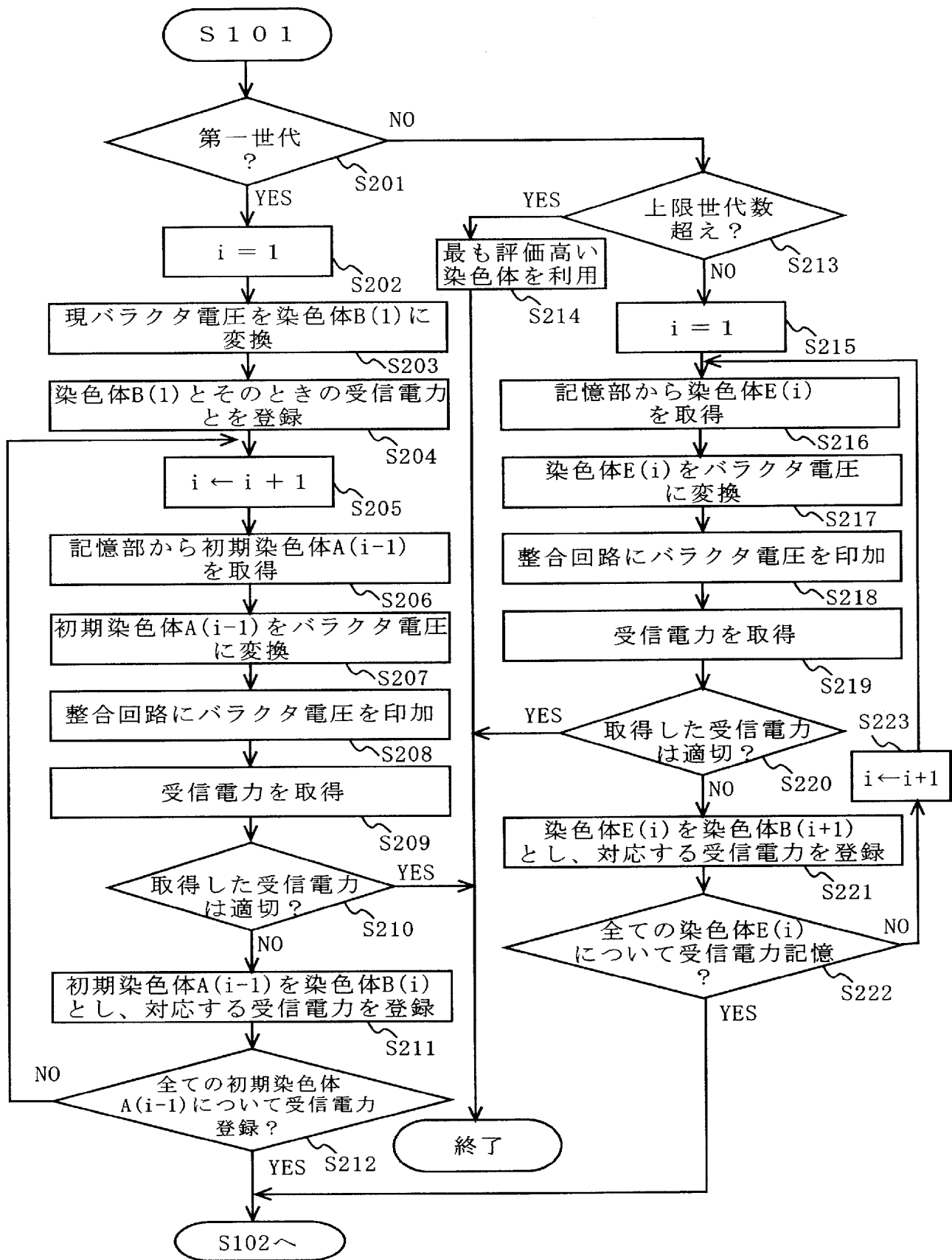


【図 8】

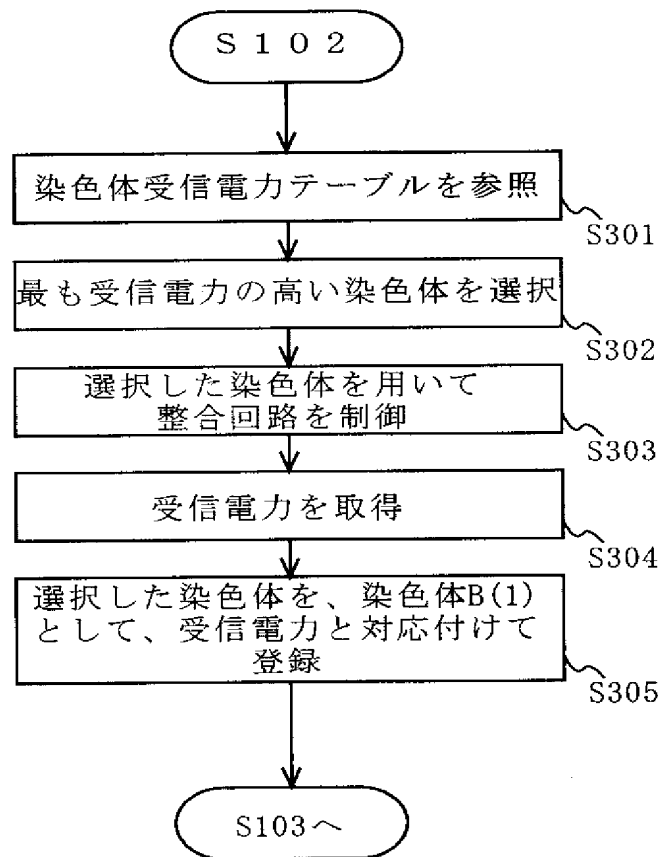
突然変異後染色体テーブル	
染色体	
染色体E(1):	0000 1101 0001 0111
染色体E(2):	0100 0001 0000 0100
染色体E(3):	0000 1100 0001 0100
染色体E(4):	0000 1100 0100 0100

【図 9】

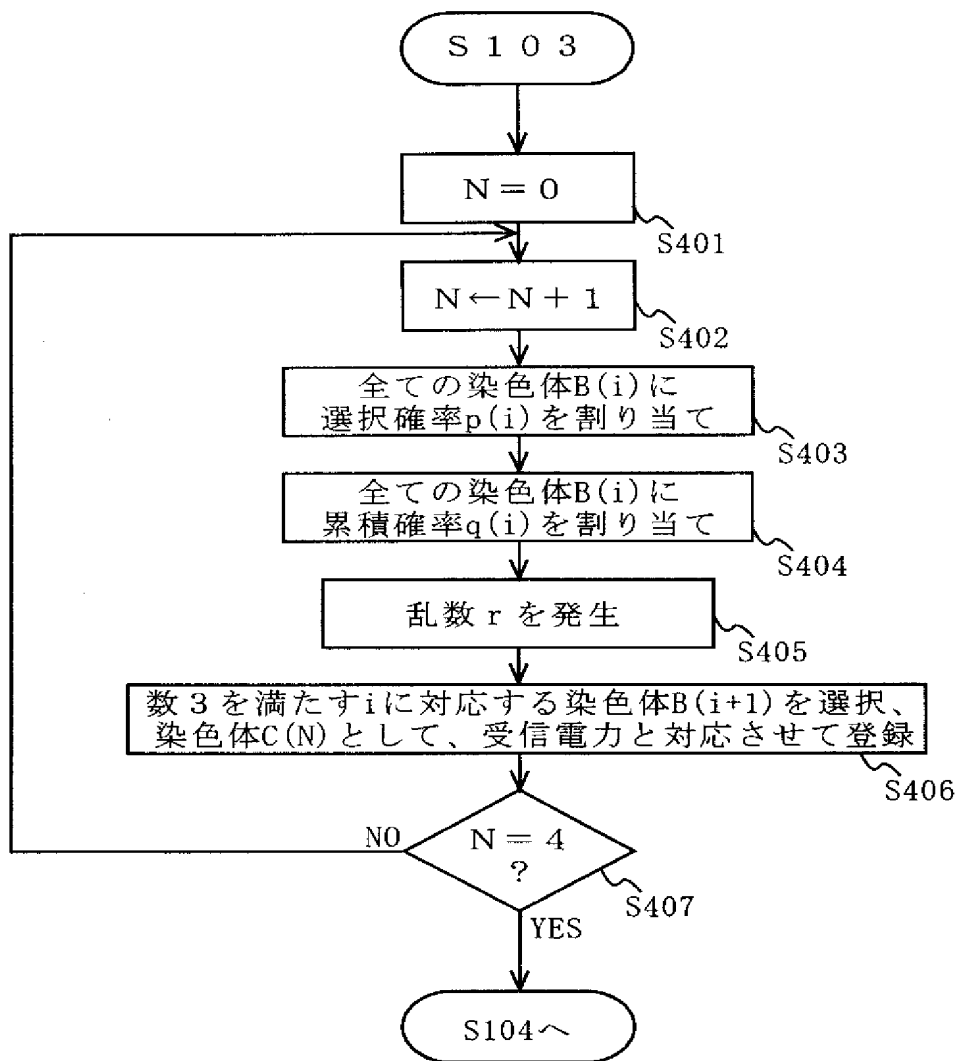
染色体受信電力テーブル	
染色体	受信電力
染色体B(1):	0100 0001 0000 0100 R S S S I 5
染色体B(2):	0000 1101 0001 0111 R S S S I 6
染色体B(3):	0100 0001 0000 0100 R S S S I 7
染色体B(4):	0000 1100 0001 0100 R S S S I 8
染色体B(5):	0000 1100 0100 0100 R S S S I 9



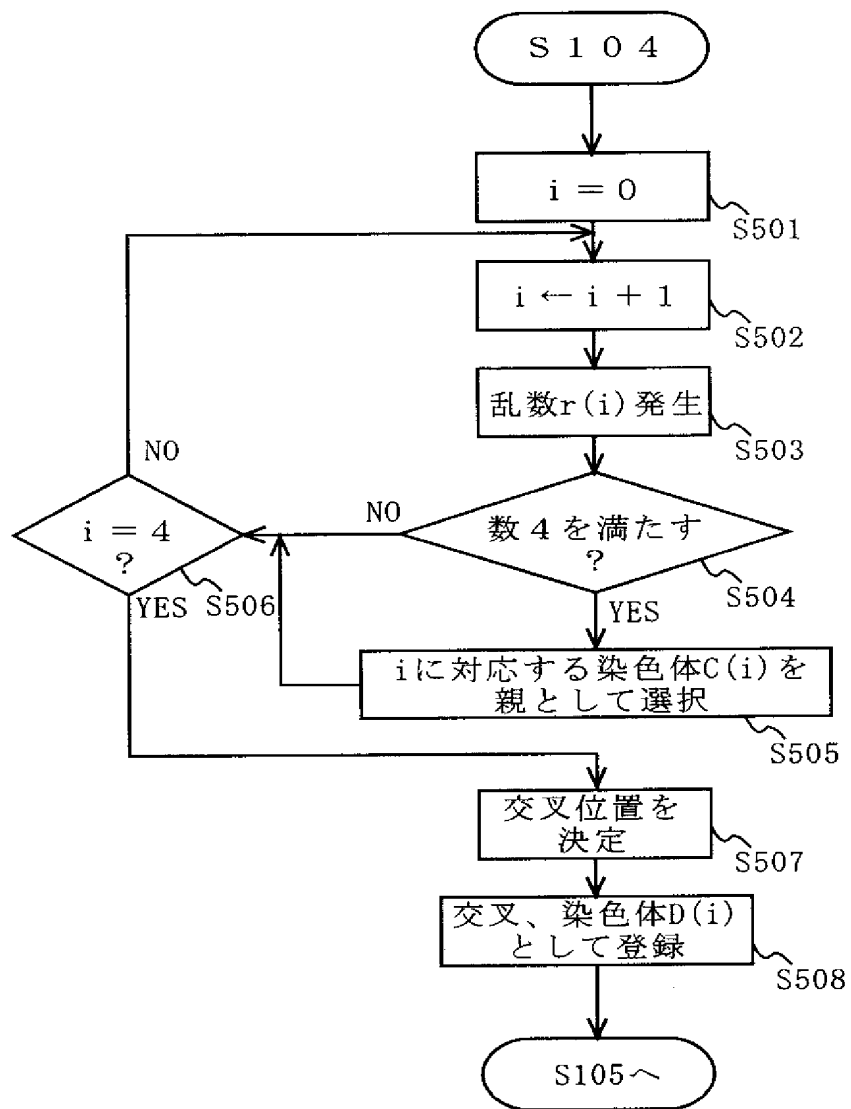
【図 1 1】



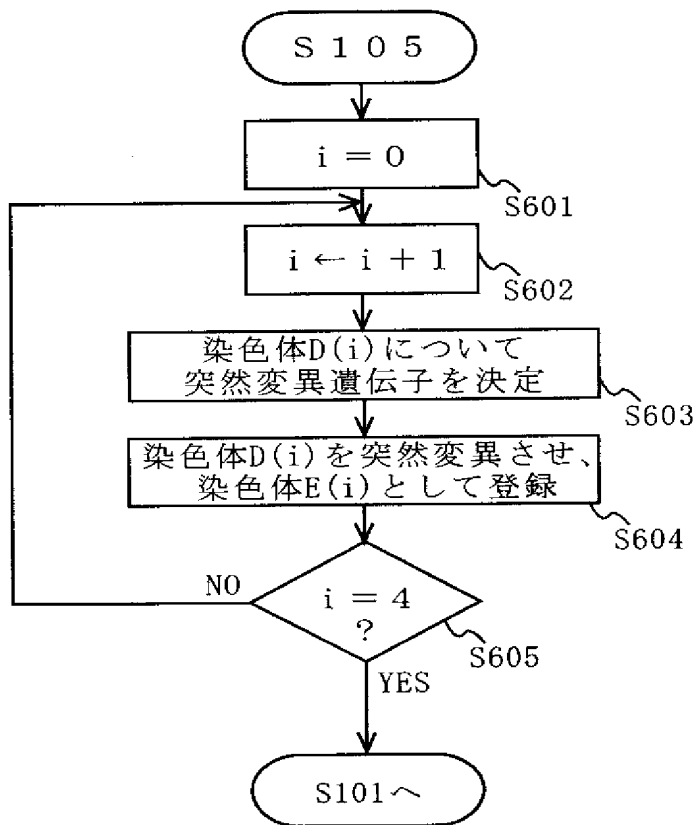
【図 1 2】

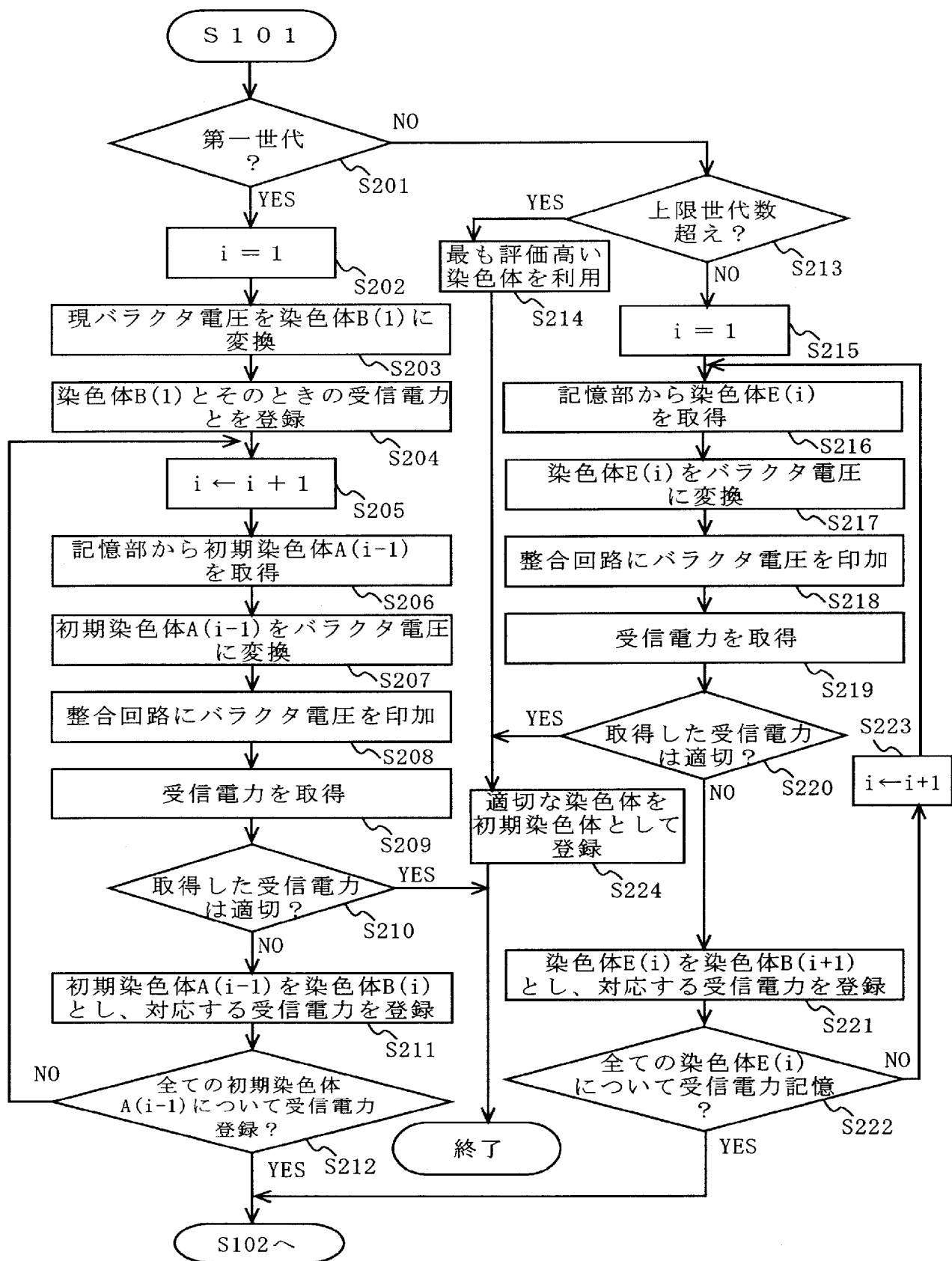


【図 13】



【図 1 4】

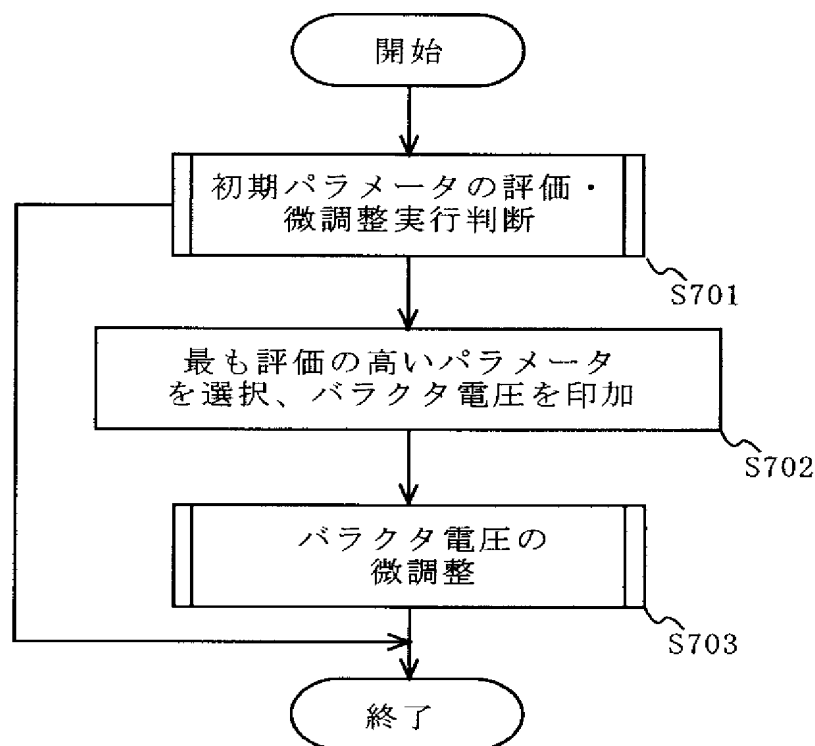




【図 1 6】

使用状態初期パラメータテーブル	
パラメータ	使用状態
直列：0 V 並列：0 V	自由空間
直列：1. 2 V 並列：2 V	通話姿勢
直列：0. 5 V 並列：1. 5 V	メール姿勢

【図 1 7】

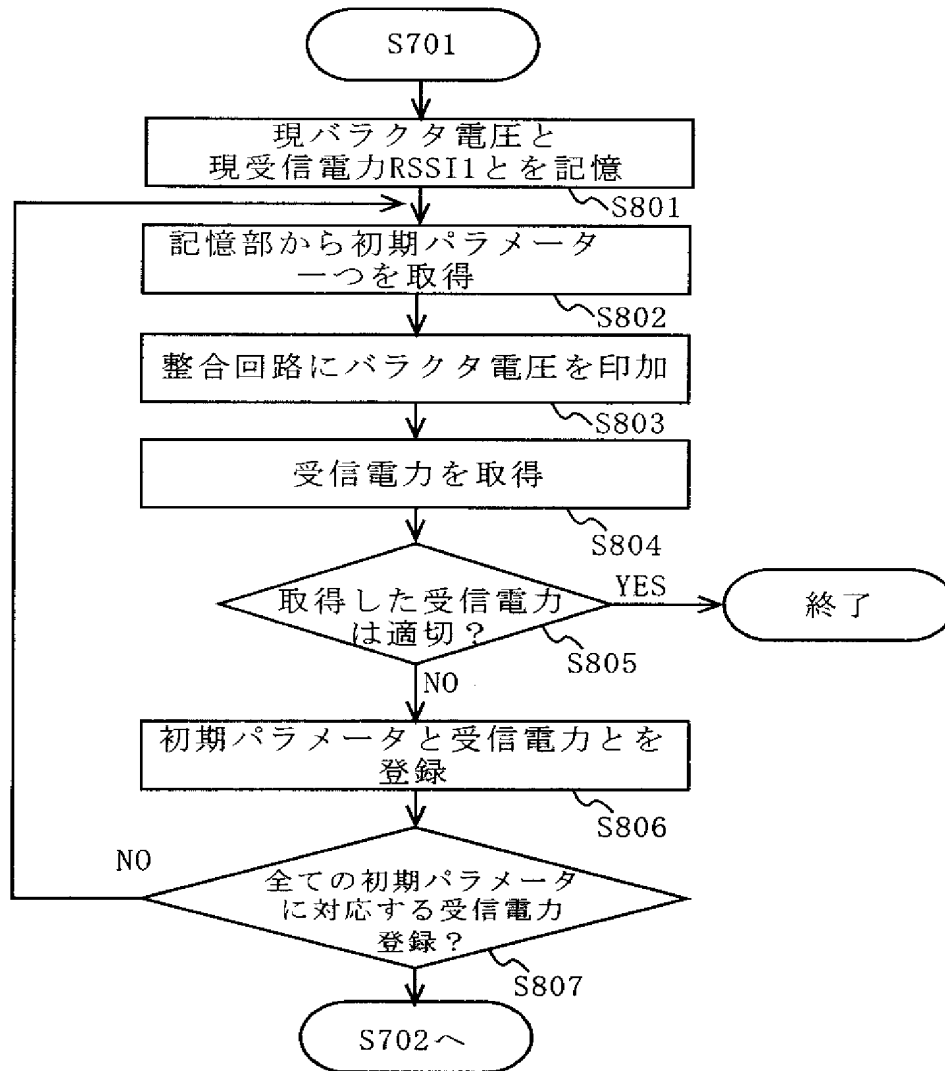


【図 1 8】

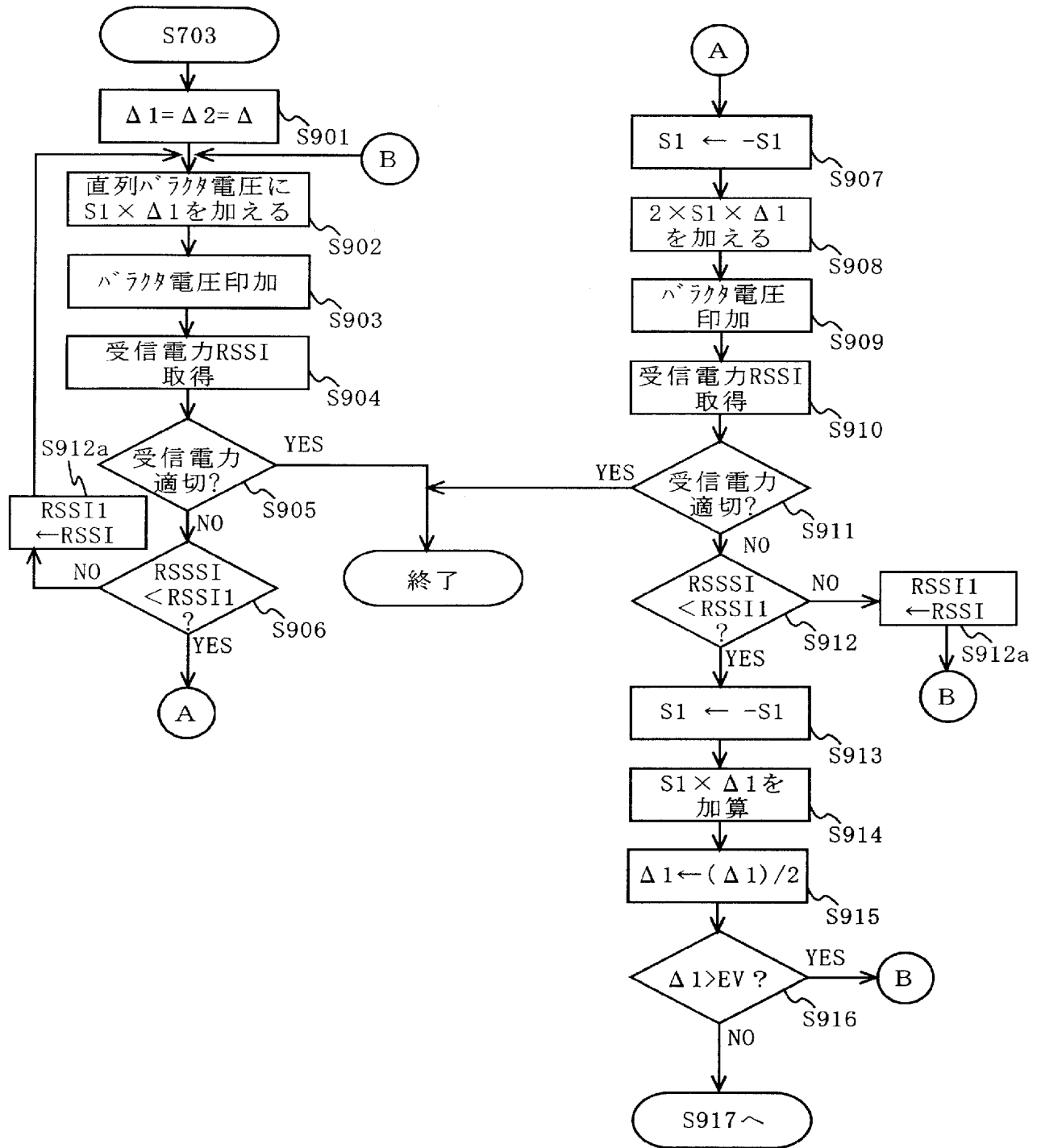
パラメータ受信電力テーブル	
パラメータ	受信電力
直列：0 V 並列：0 V (現在のパラメータ)	R S S S I 1
直列：0 V 並列：0 V (初期パラメータ)	R S S S I 2
直列：1. 2 V 並列：2 V (初期パラメータ)	R S S S I 3
直列：0. 5 V 並列：1. 5 V (初期パラメータ)	R S S S I 4



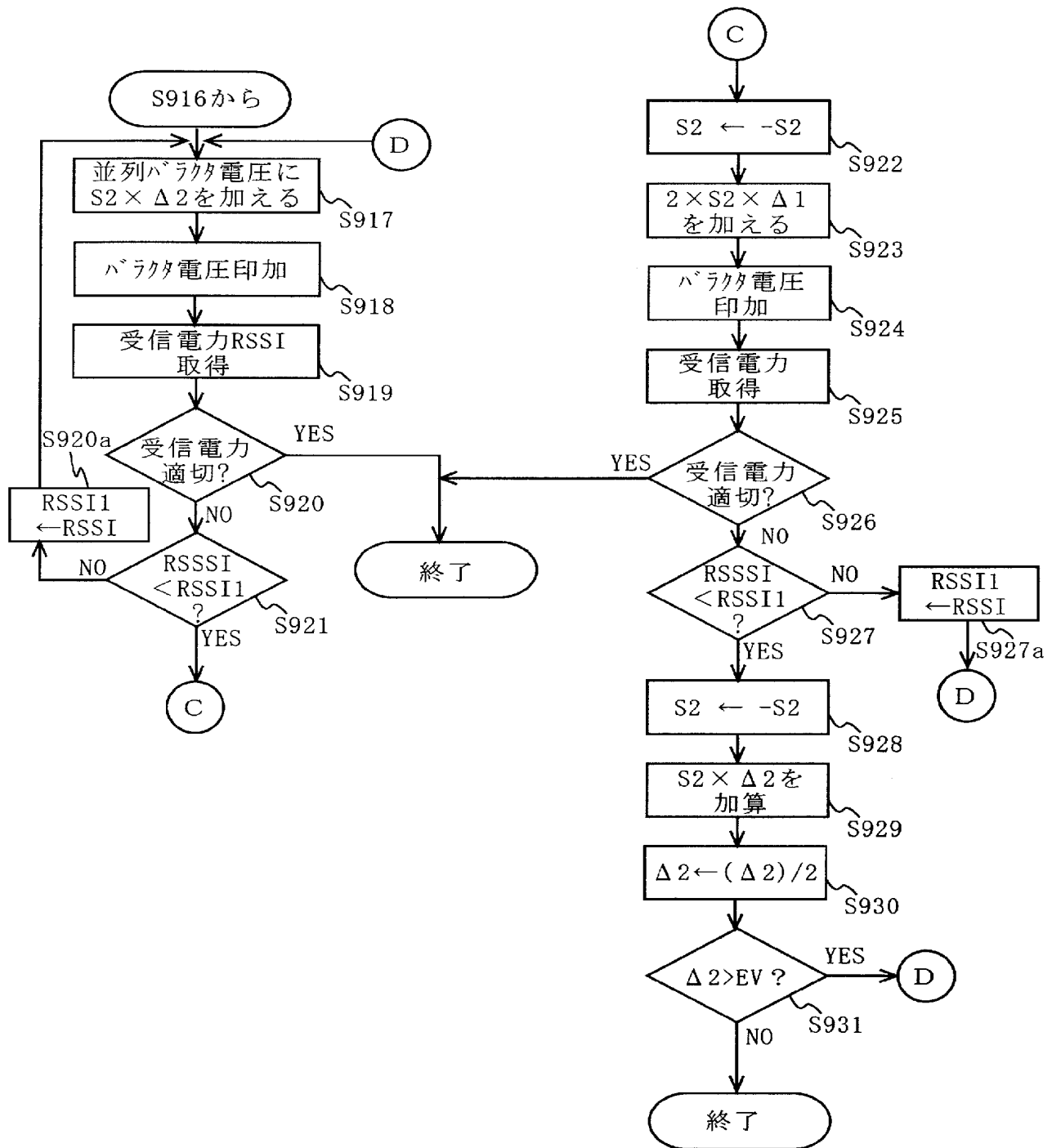
【図 19】



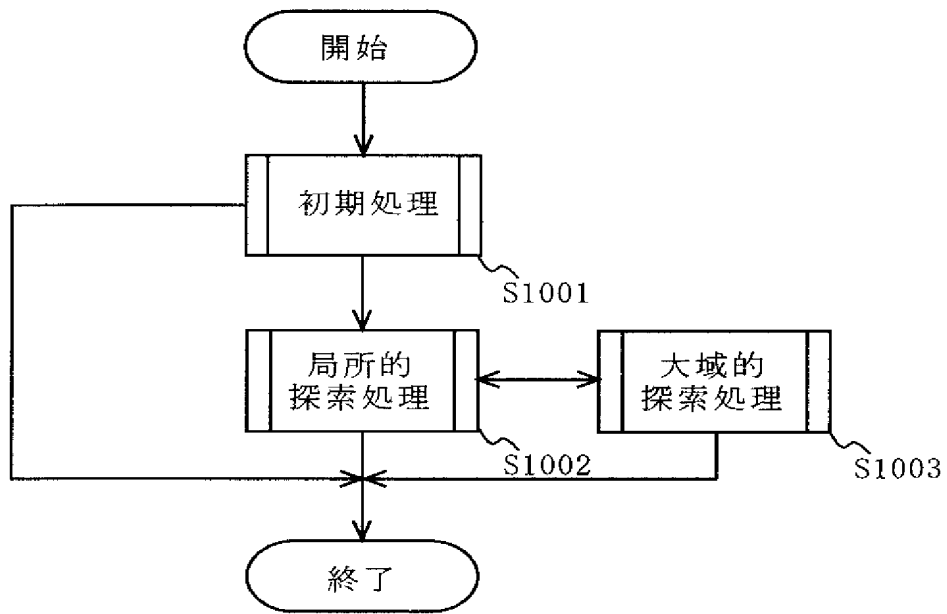
【図 20】



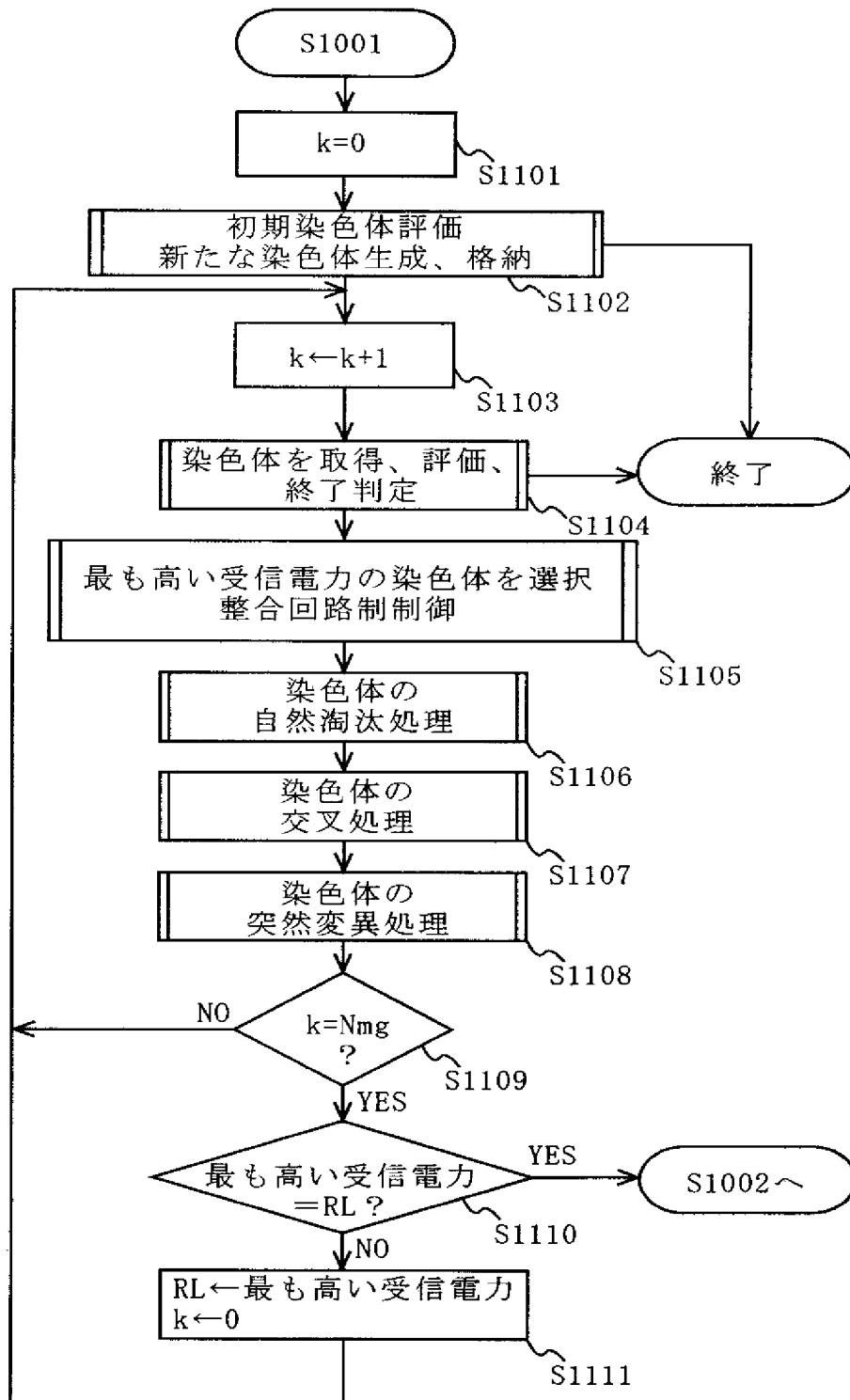
【図 2 1】



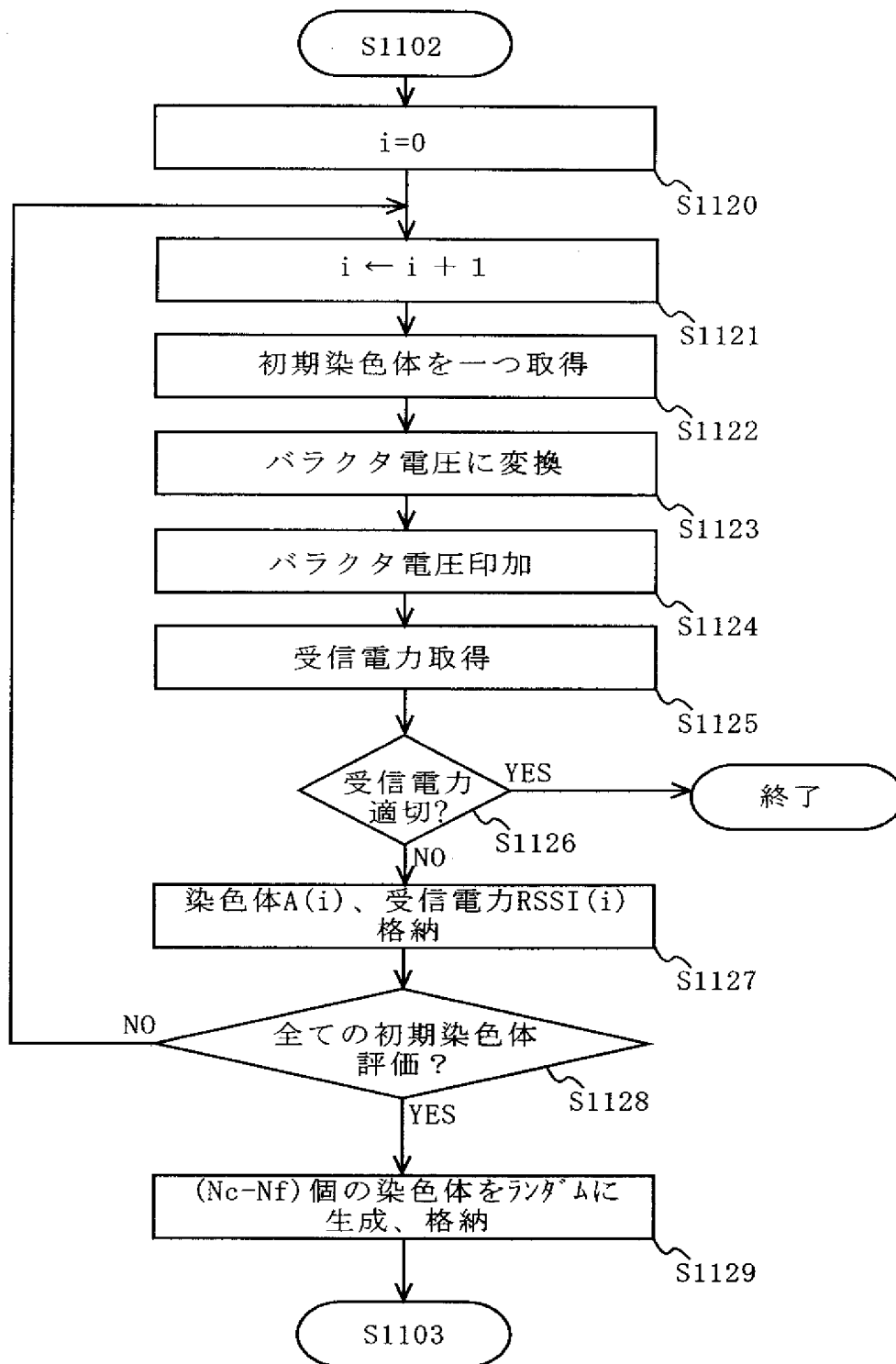
【図 2 2】



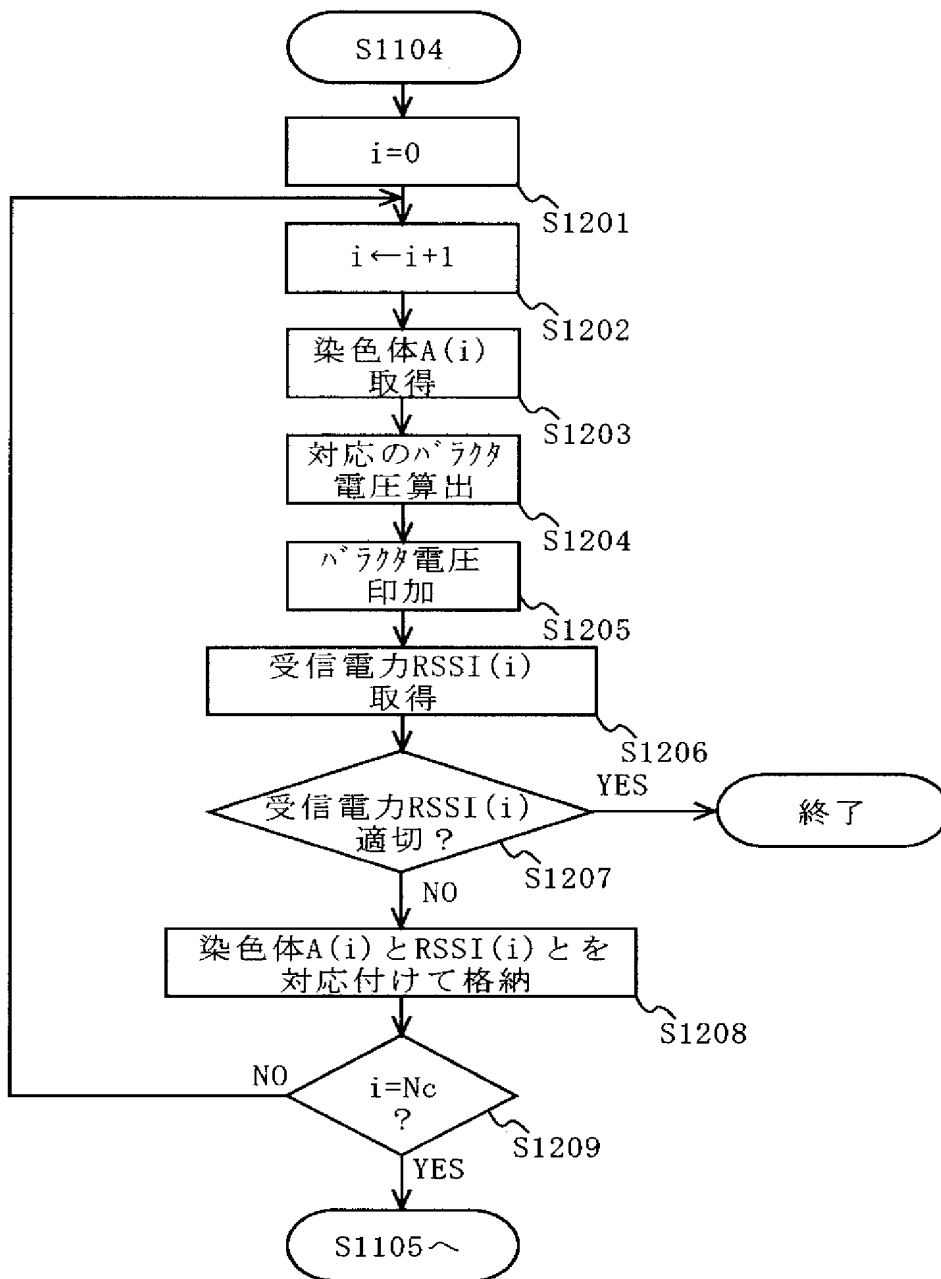
【図 2 3 A】

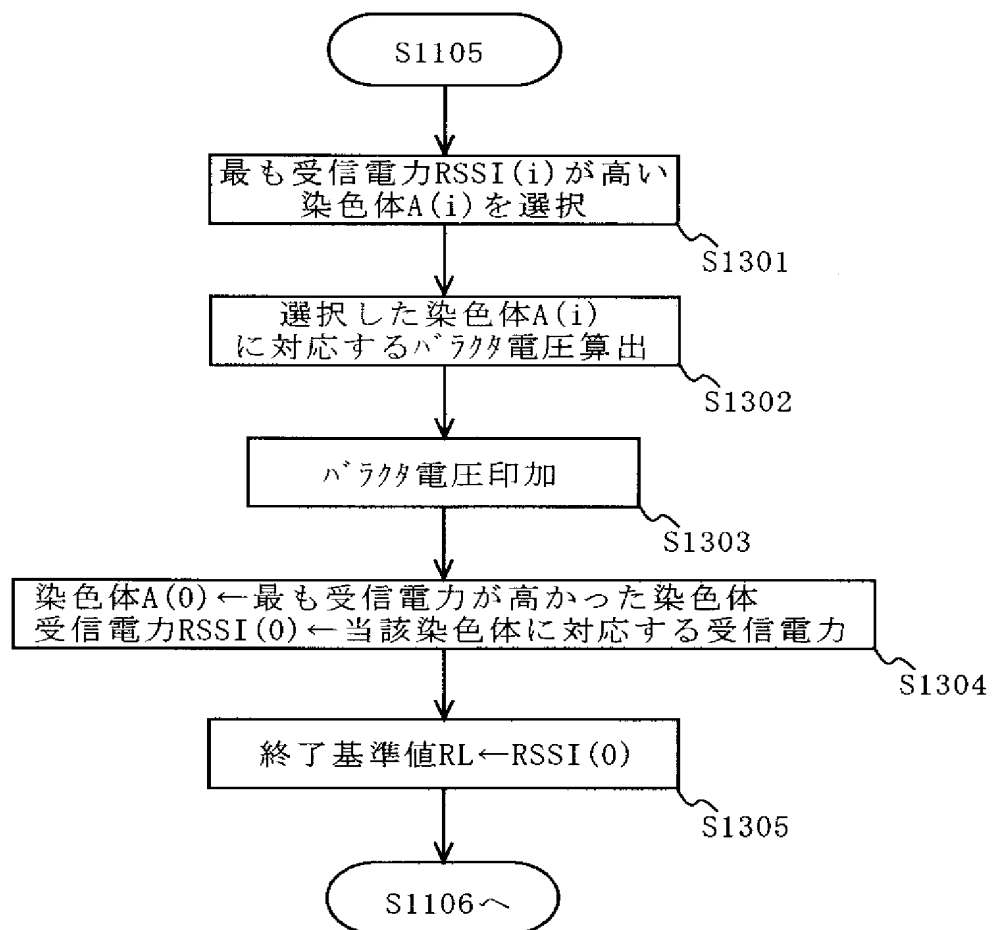


【図 2 3 B】



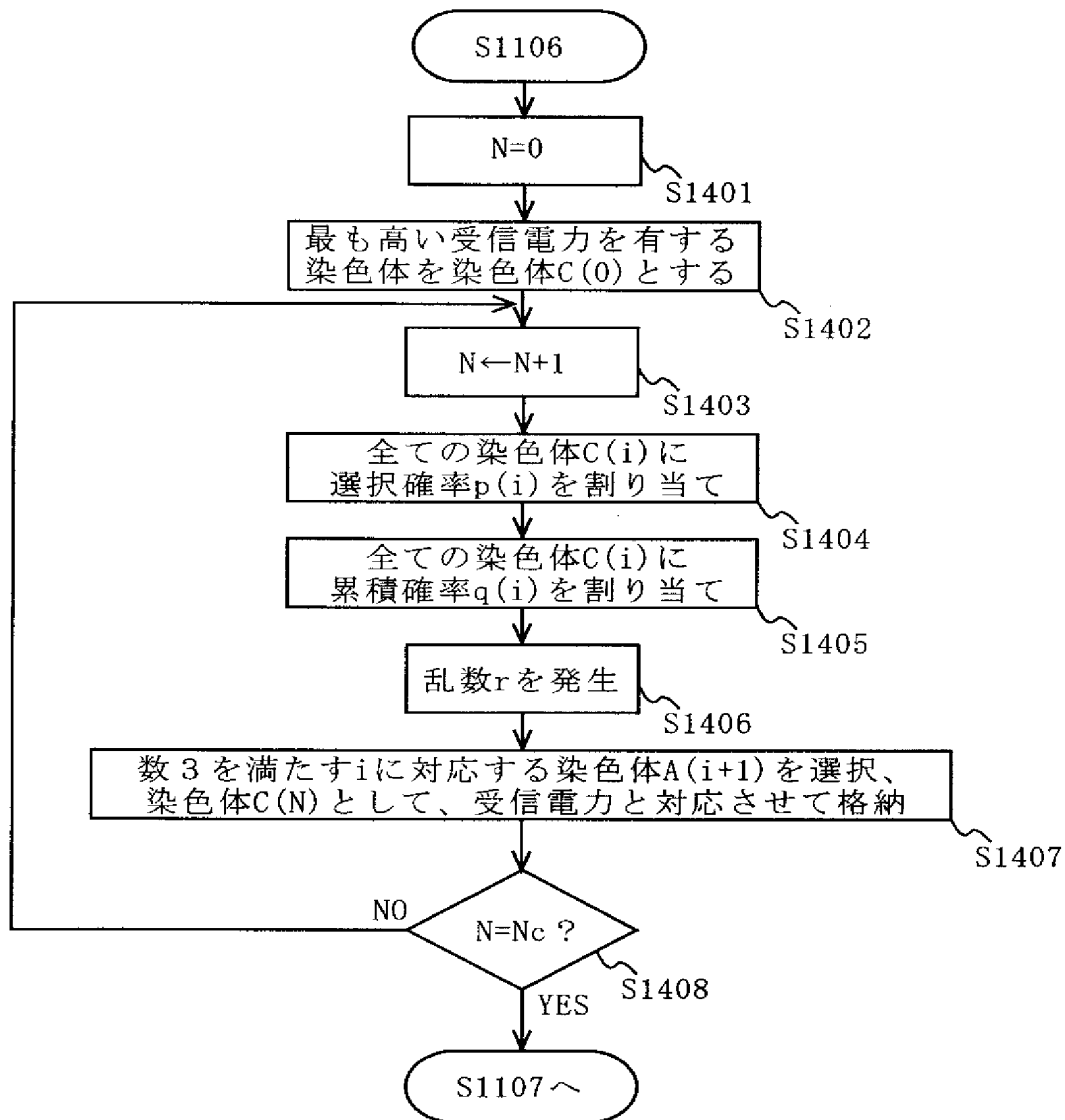
【図 2 4】



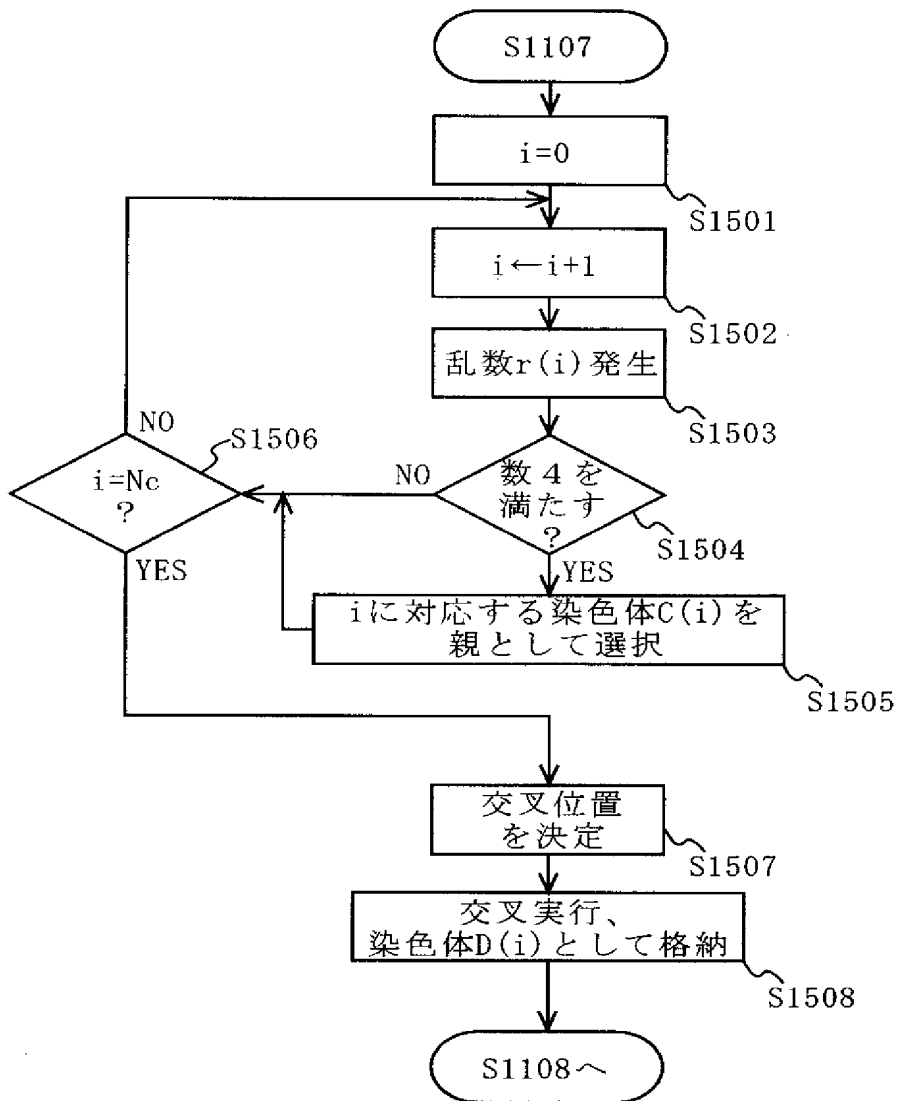




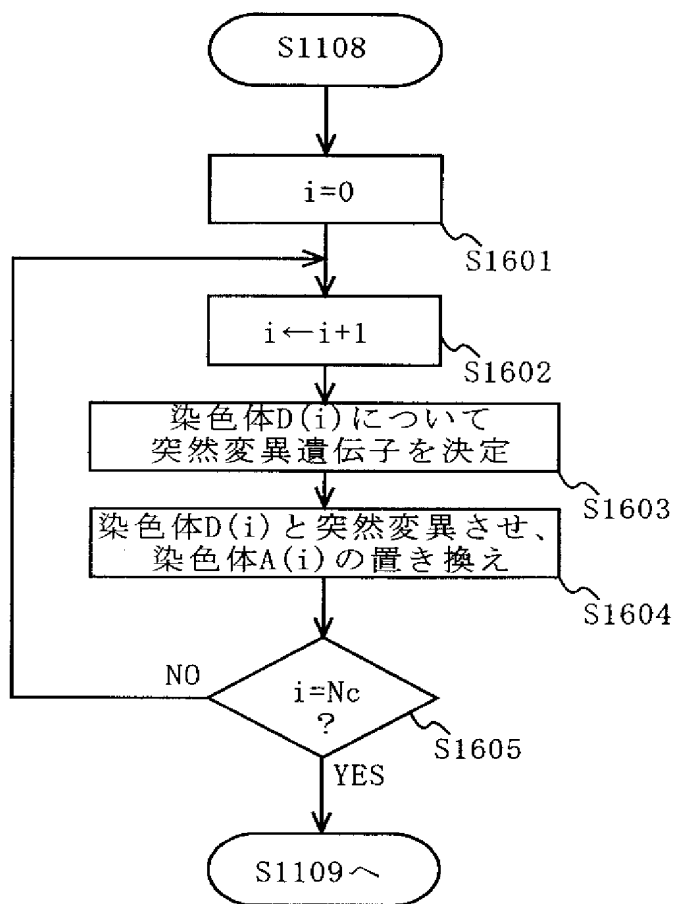
【図 2 6】



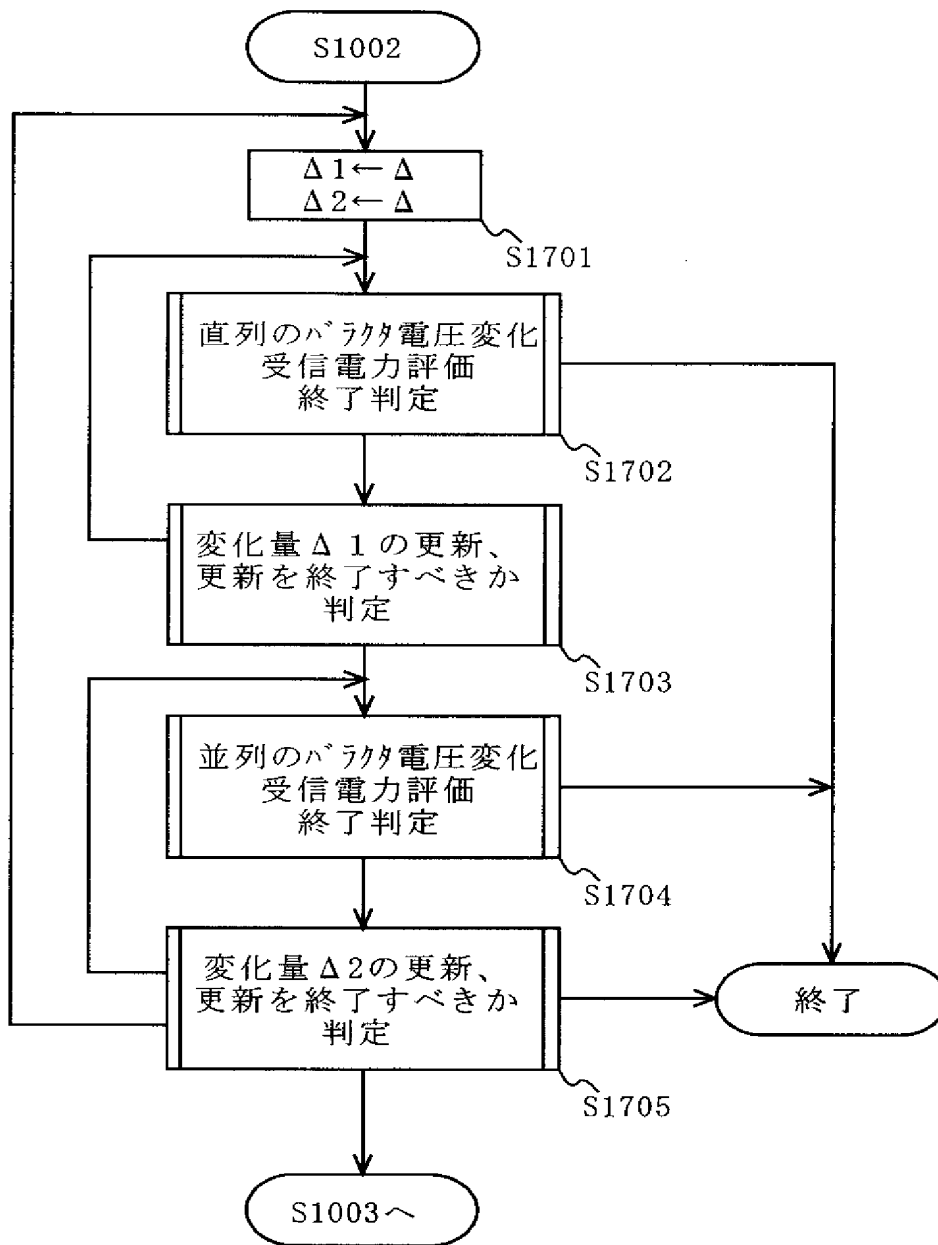
【図 27】

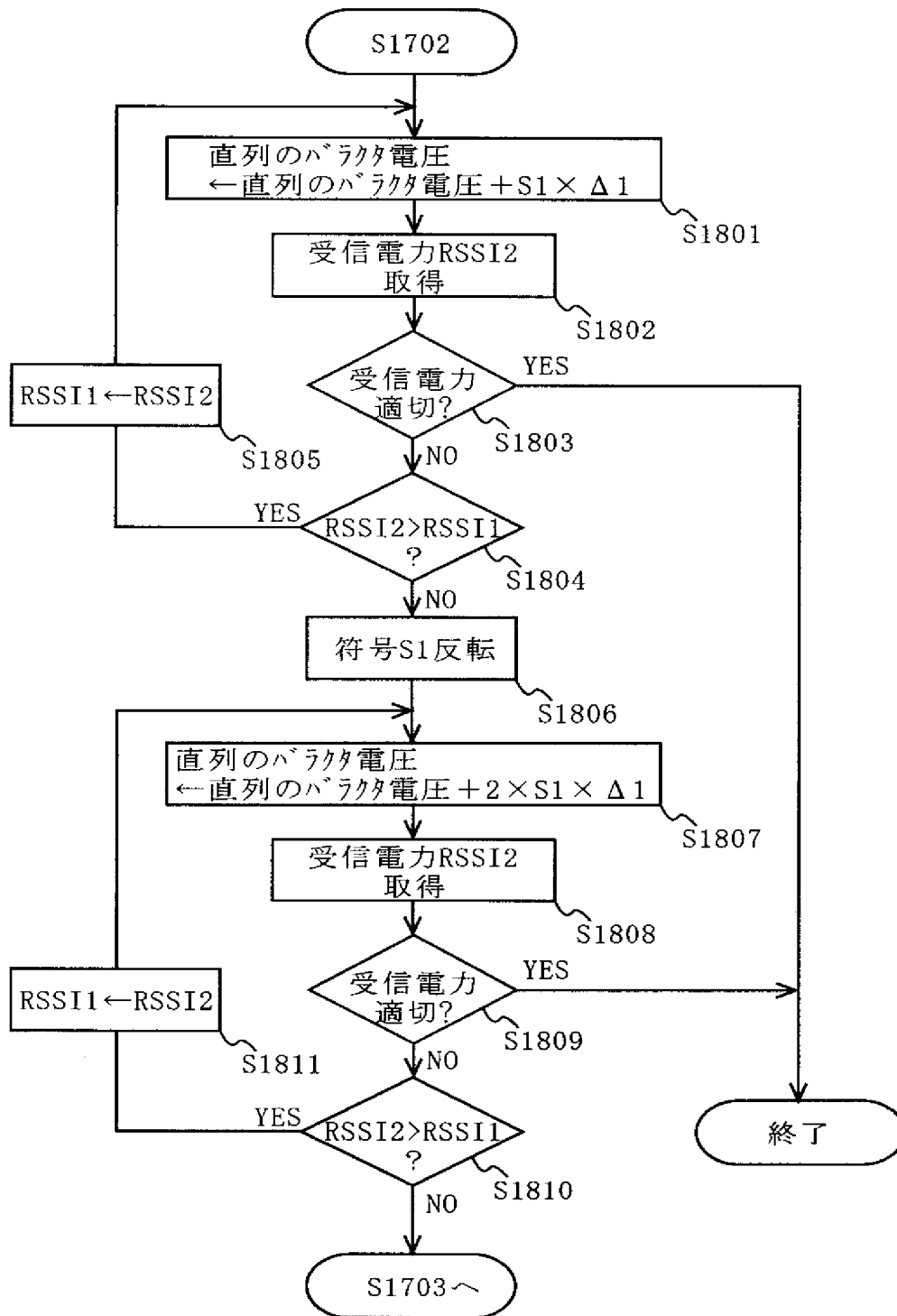


【図 28】

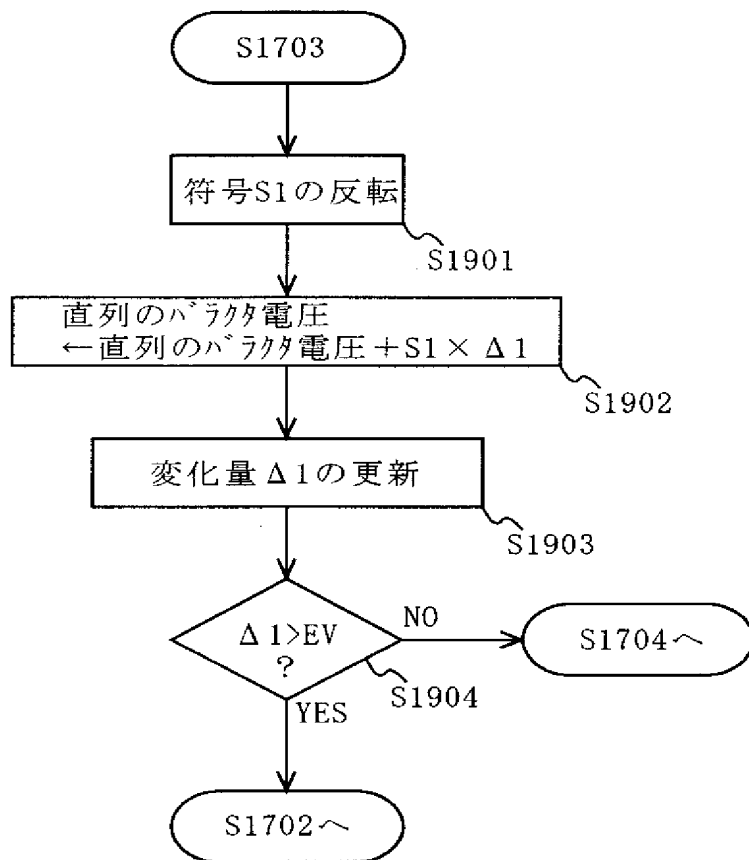


【図 29】

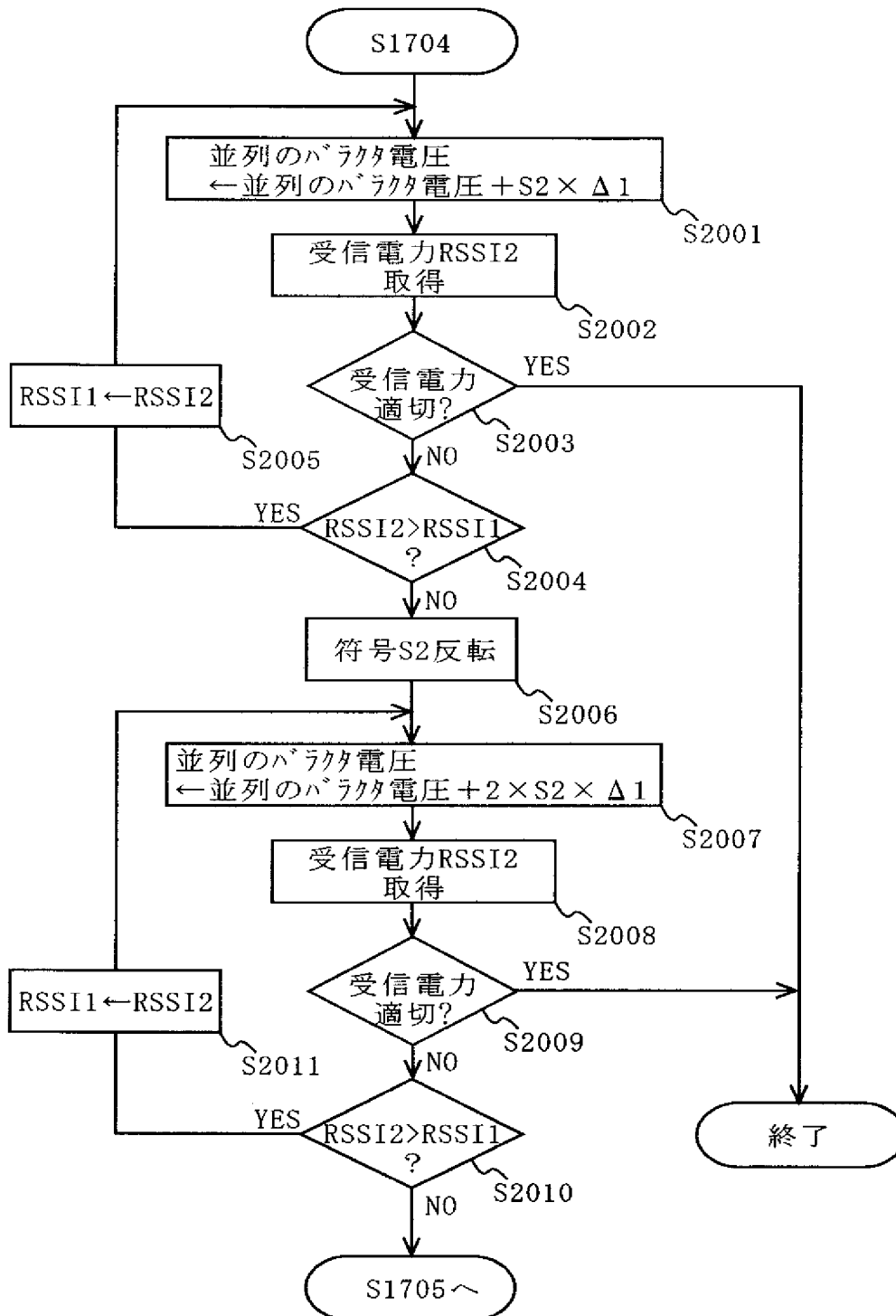




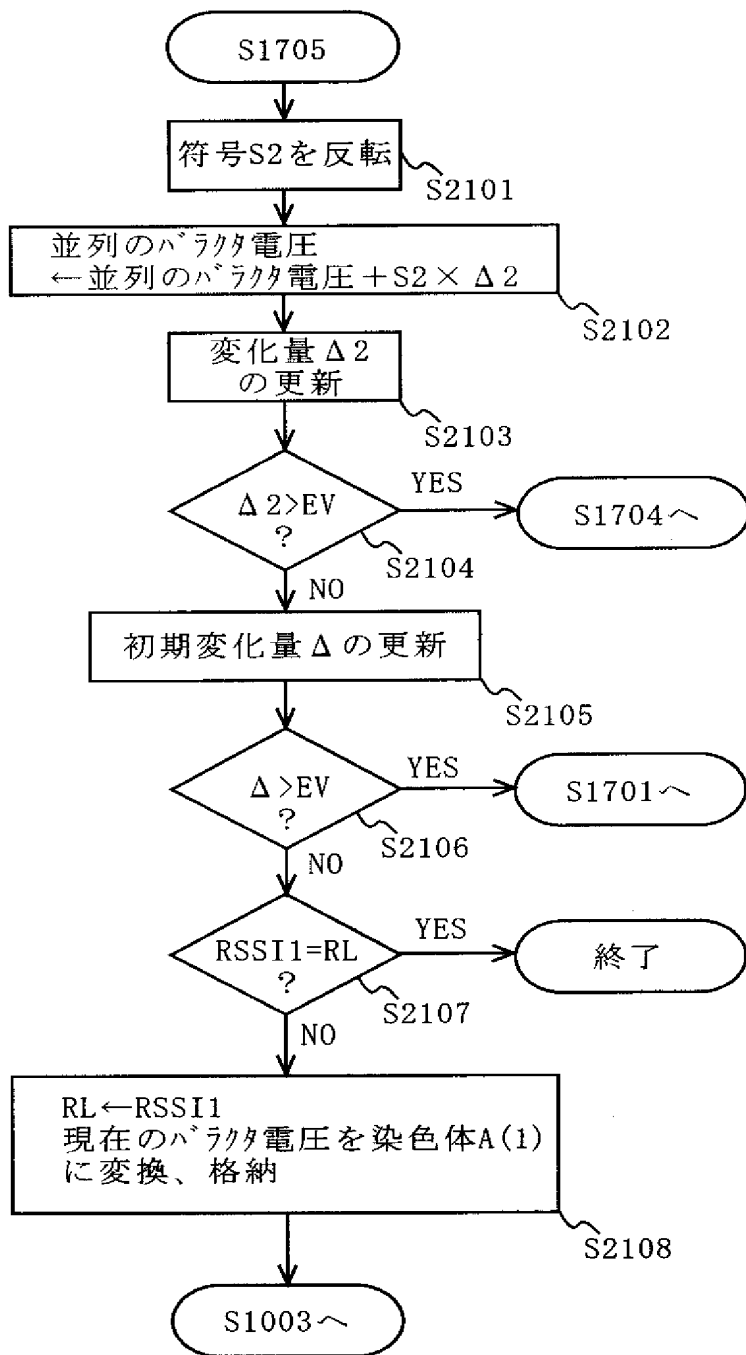
【図 3 1】



【図 3 2】

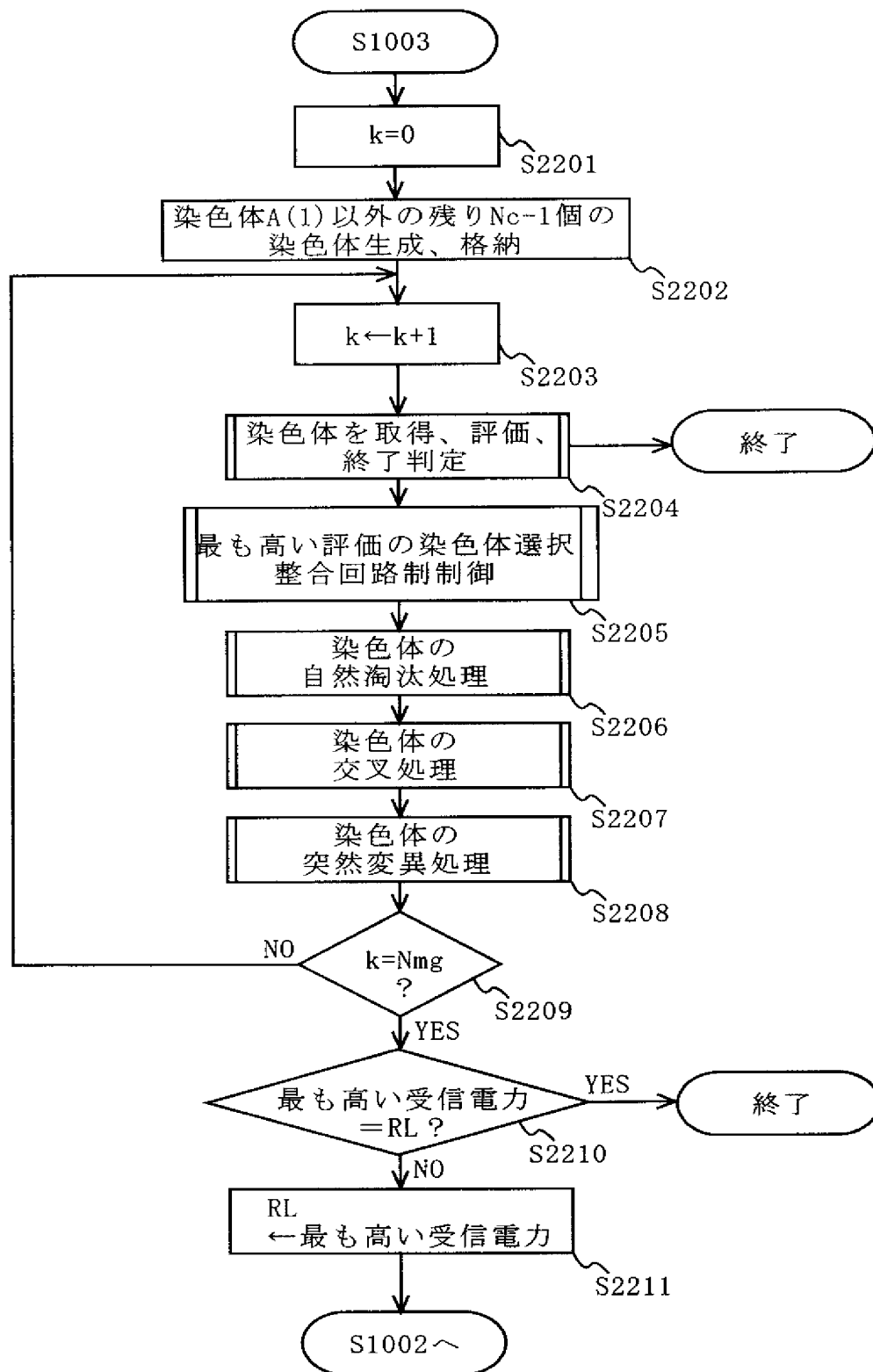


【図 3 3】

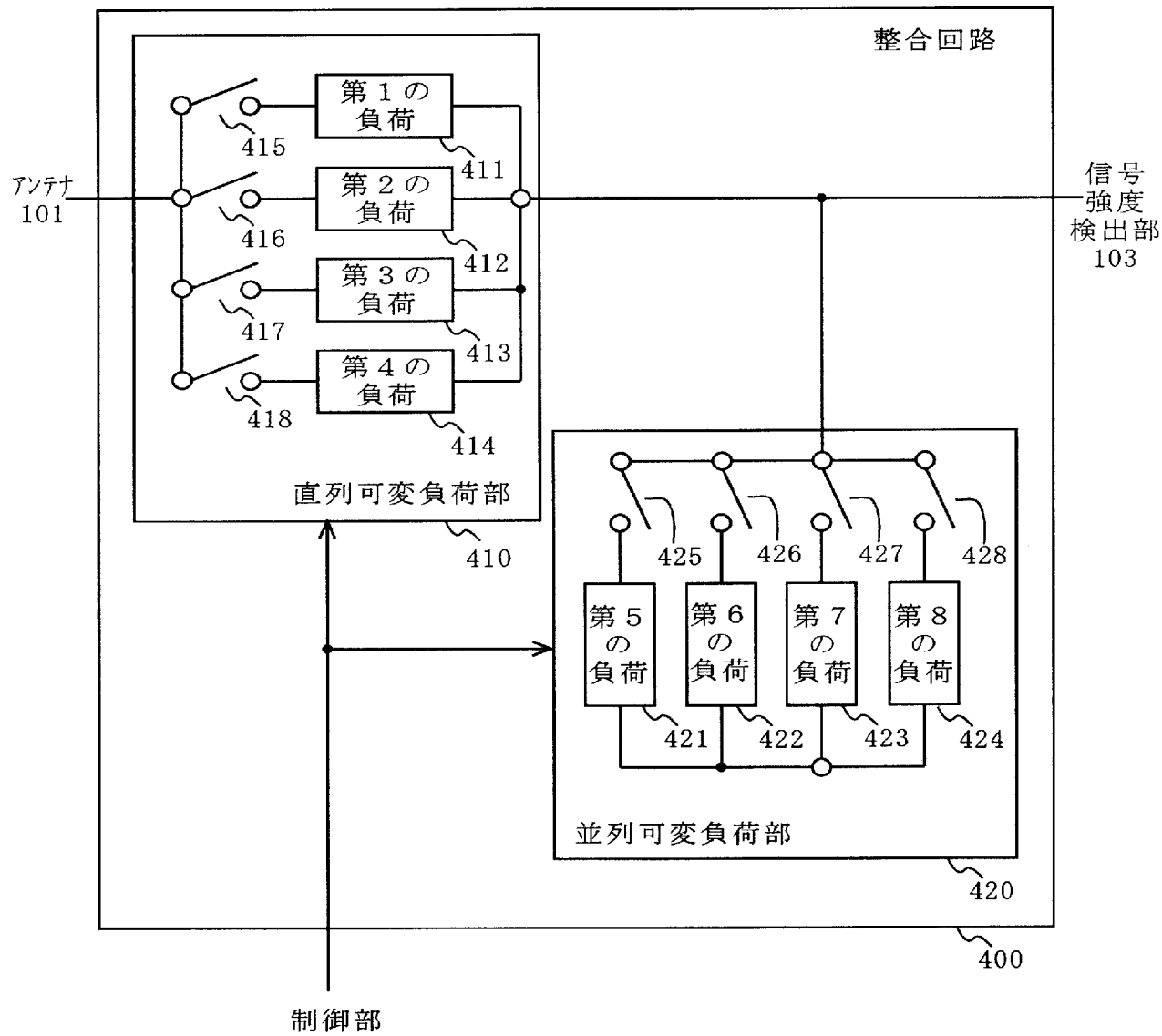




【図 3 4】



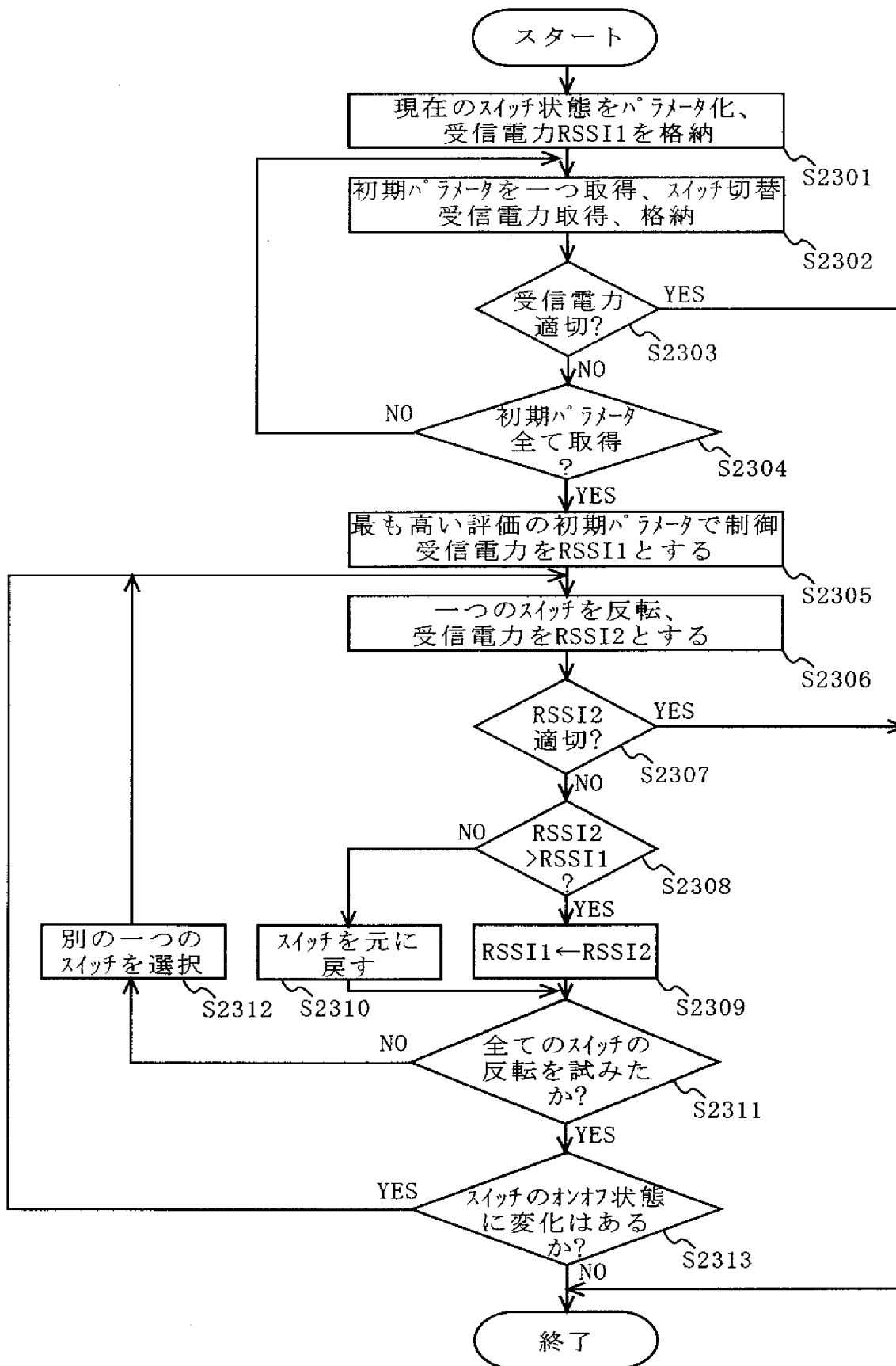
【図 3 5】



【図 3 6】

使用状態初期パラメータテーブル	
初期パラメータ	使用状態
0 1 0 0    0 0 1 0	自由空間
1 1 0 0    0 1 0 1	通話姿勢
1 0 1 0    0 1 1 1	メール姿勢

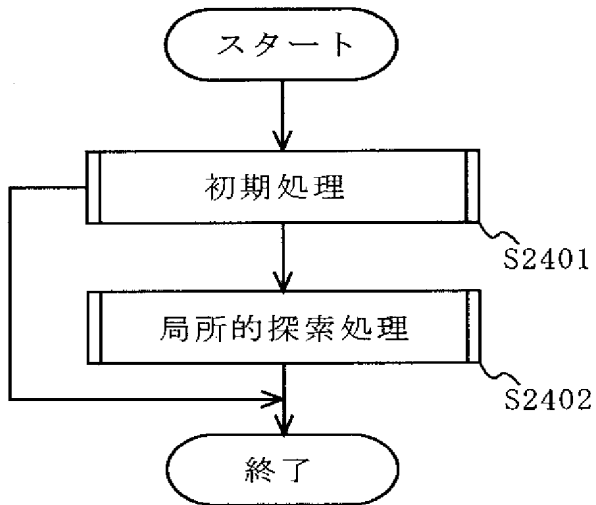
【図 3 7】



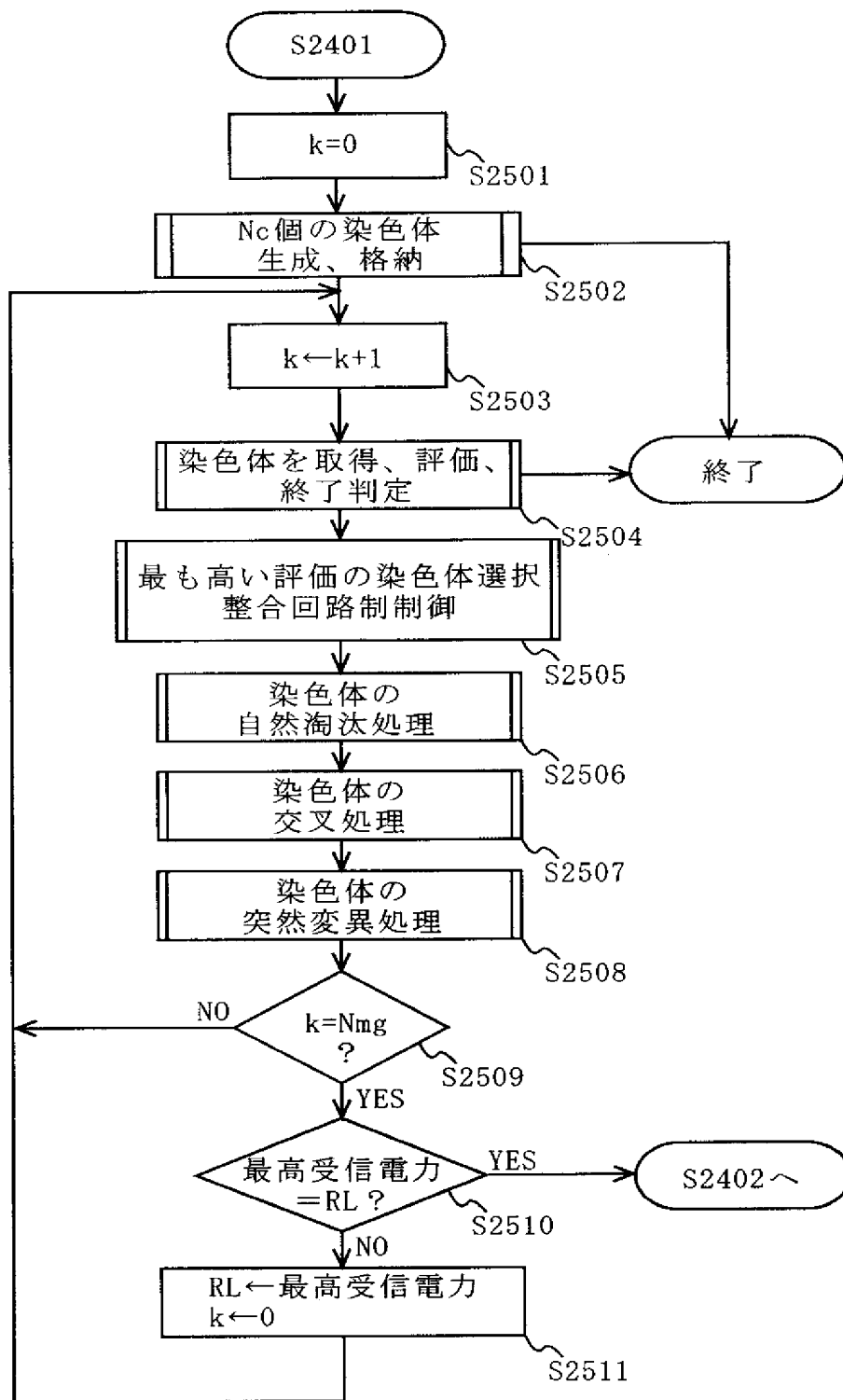
【図 3 8】

使用状態初期染色体テーブル	
初期染色体	使用状態
0 1 0 0    0 0 1 0	自由空間
1 1 0 0    0 1 0 1	通話姿勢
1 0 1 0    0 1 1 1	メール姿勢

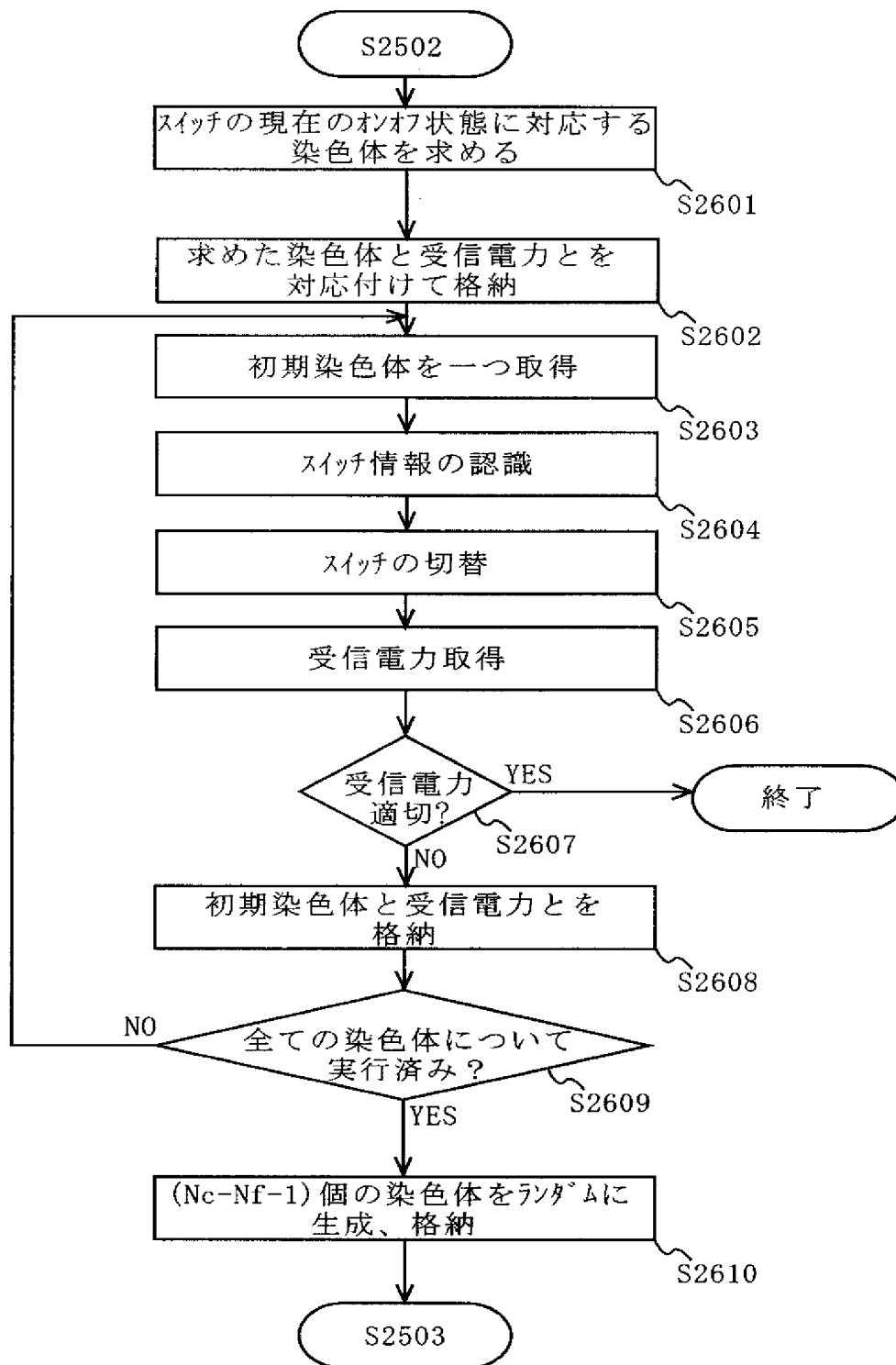
【図 3 9】



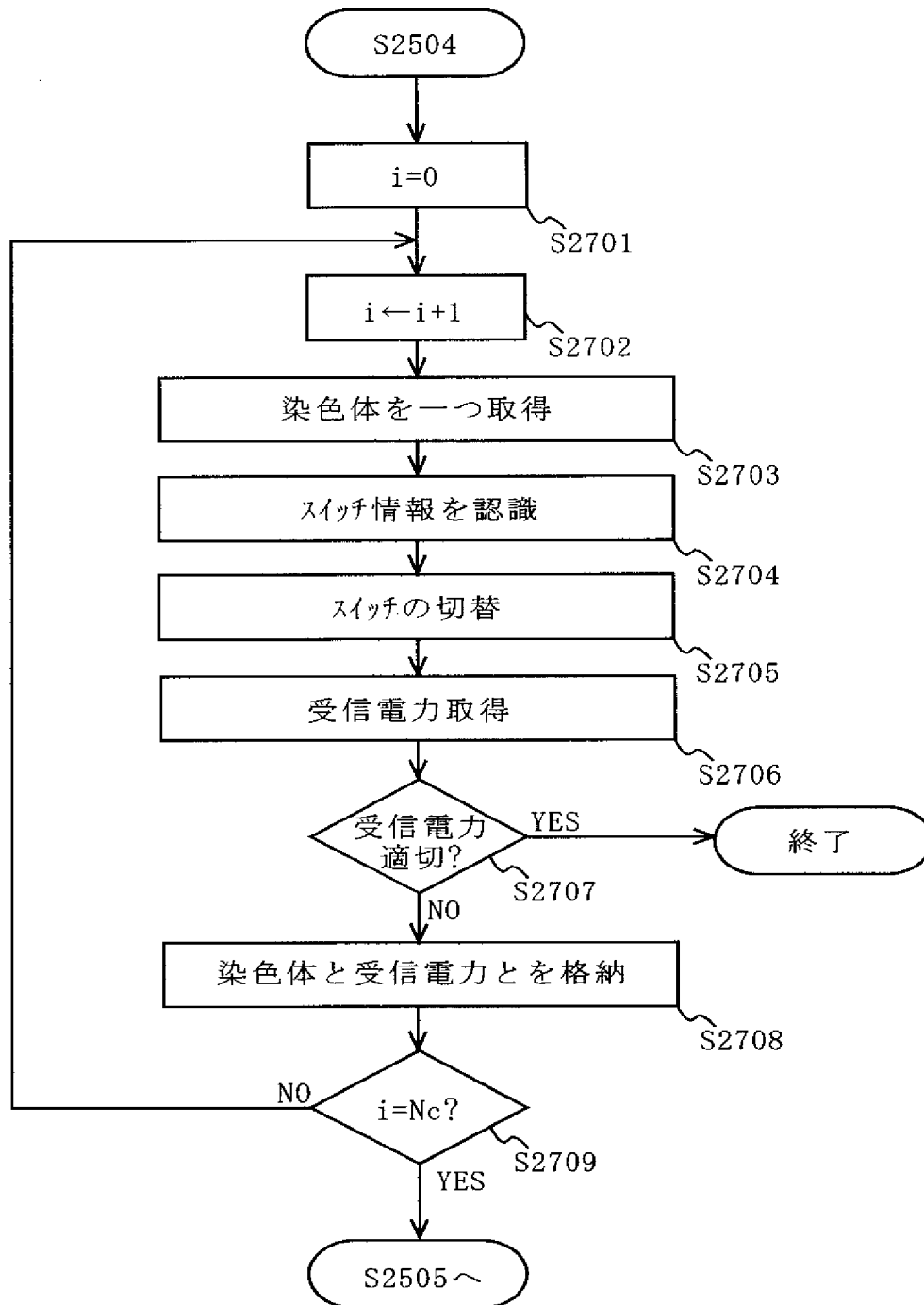
【図 4 0】



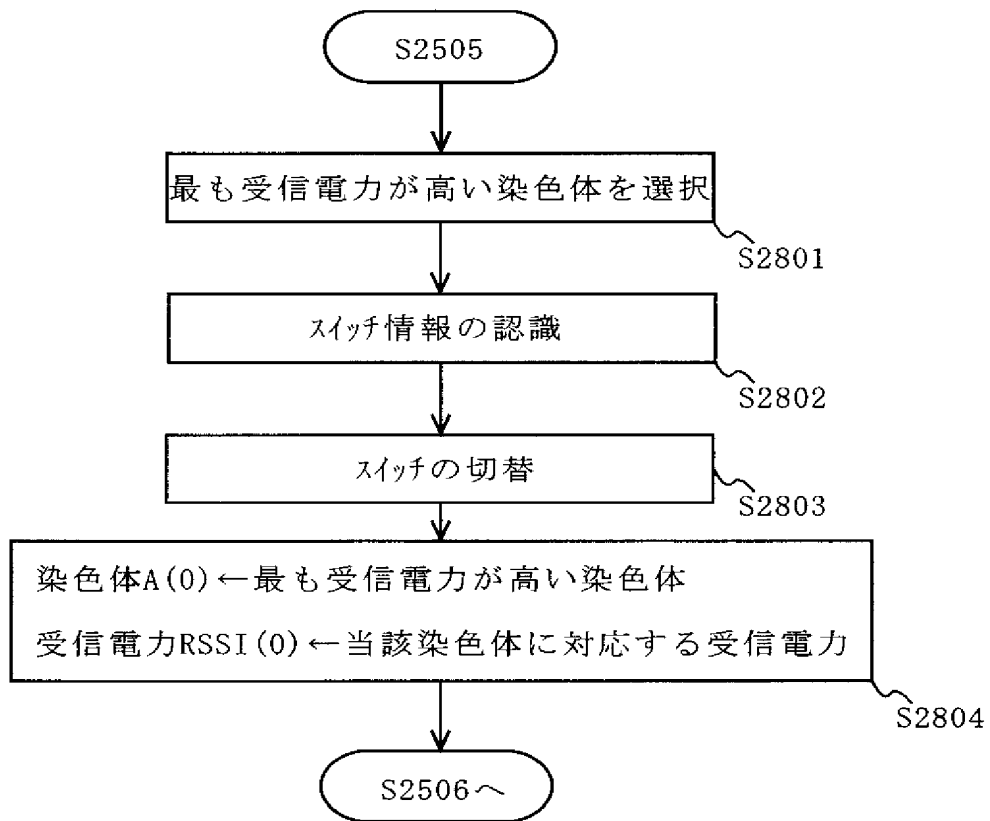
【図 4 1】



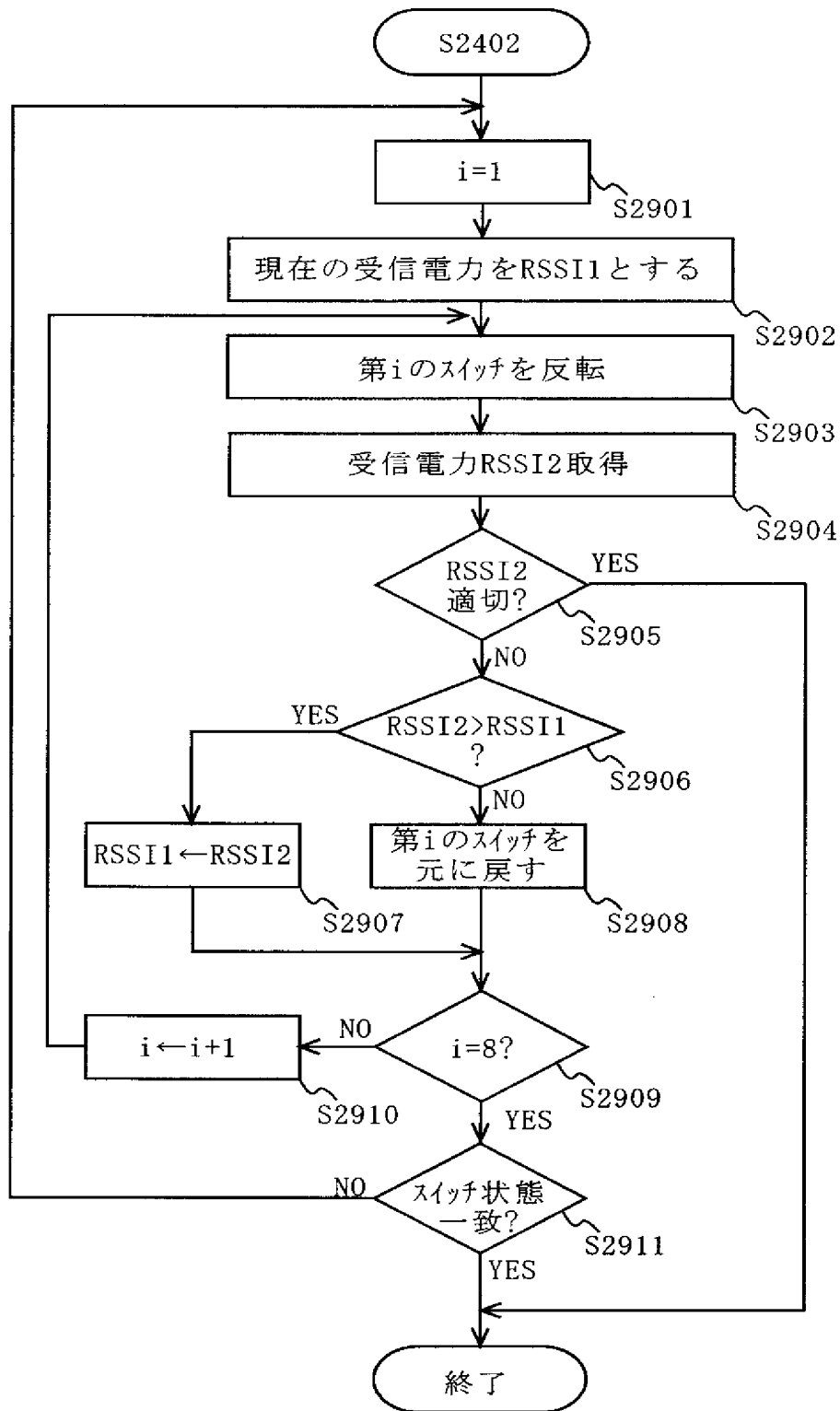
【図 4 2】

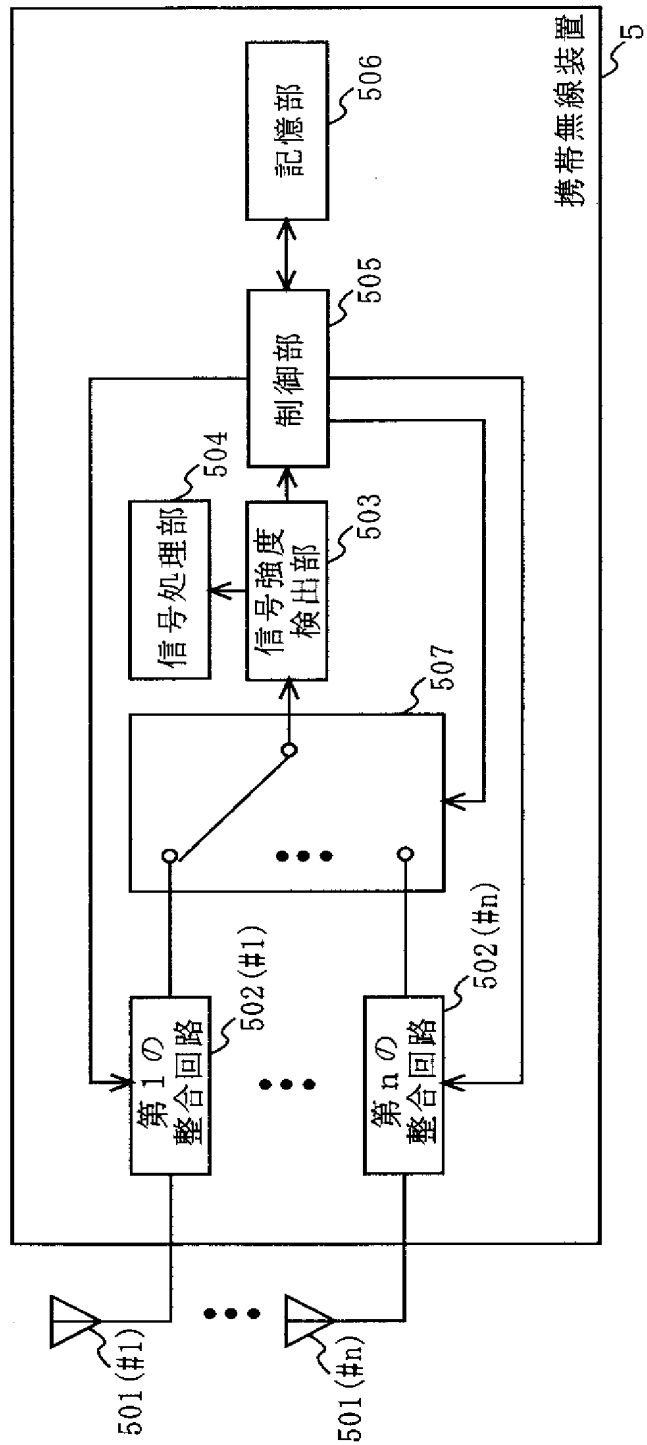


【図 4 3】

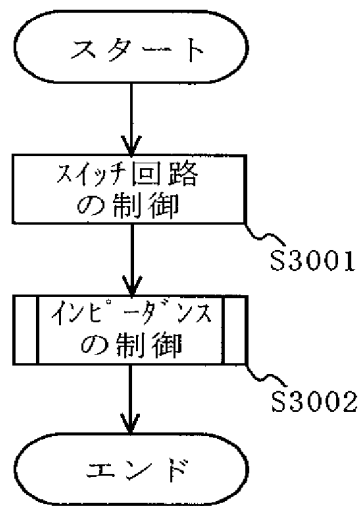




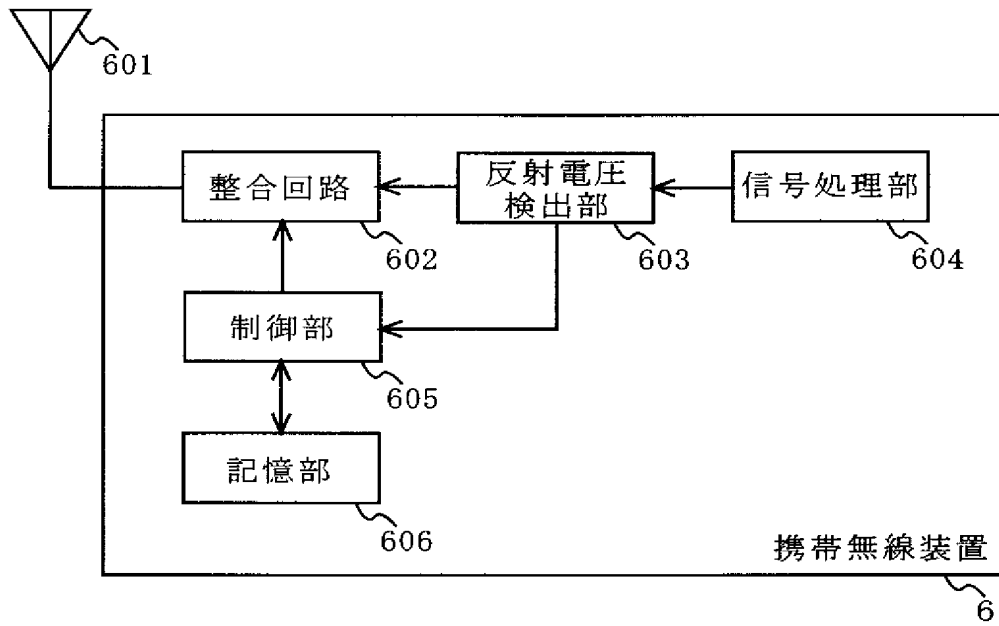




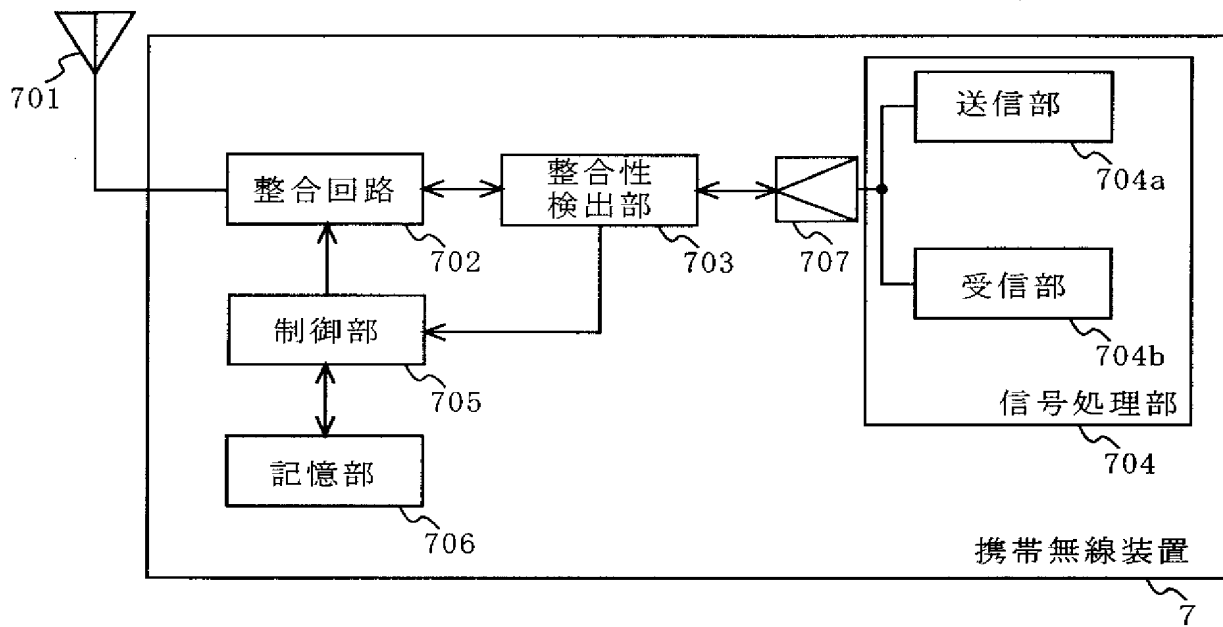
【図 4 6】



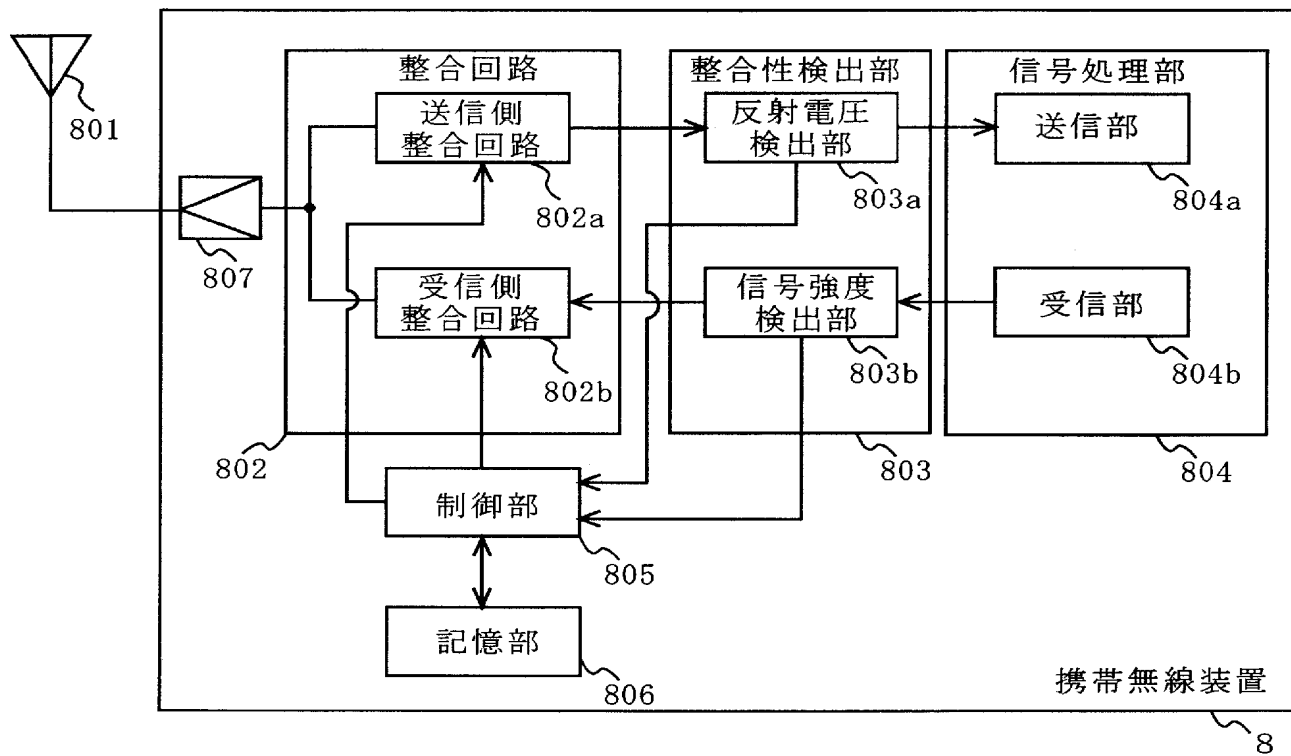
【図 4 7 A】



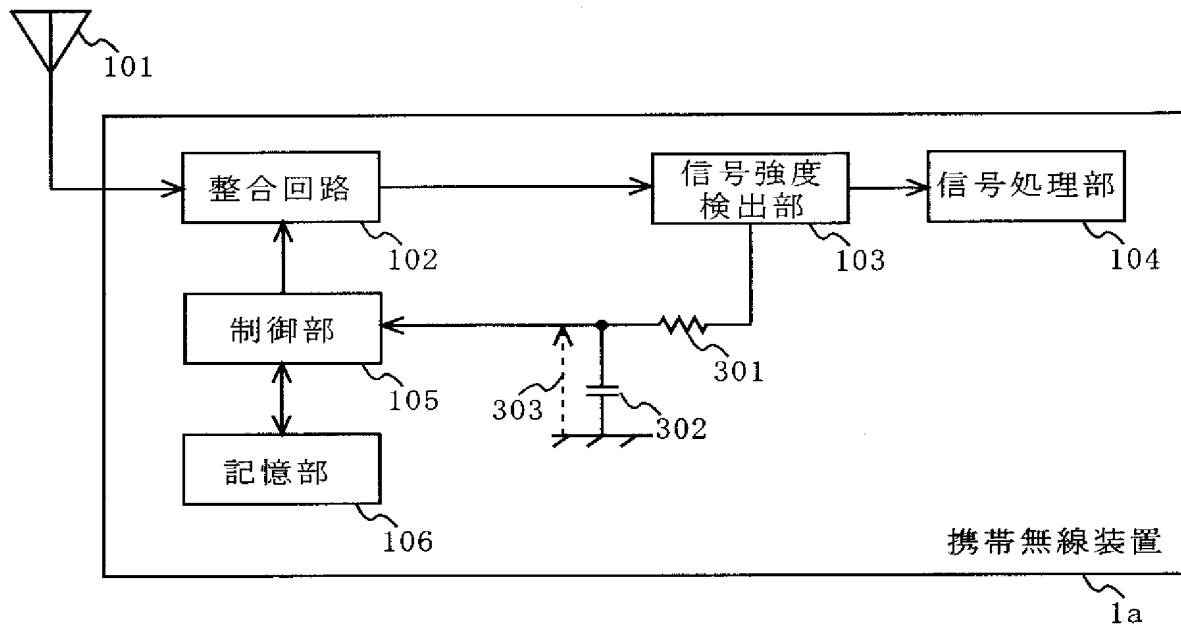
【図 4 7 B】



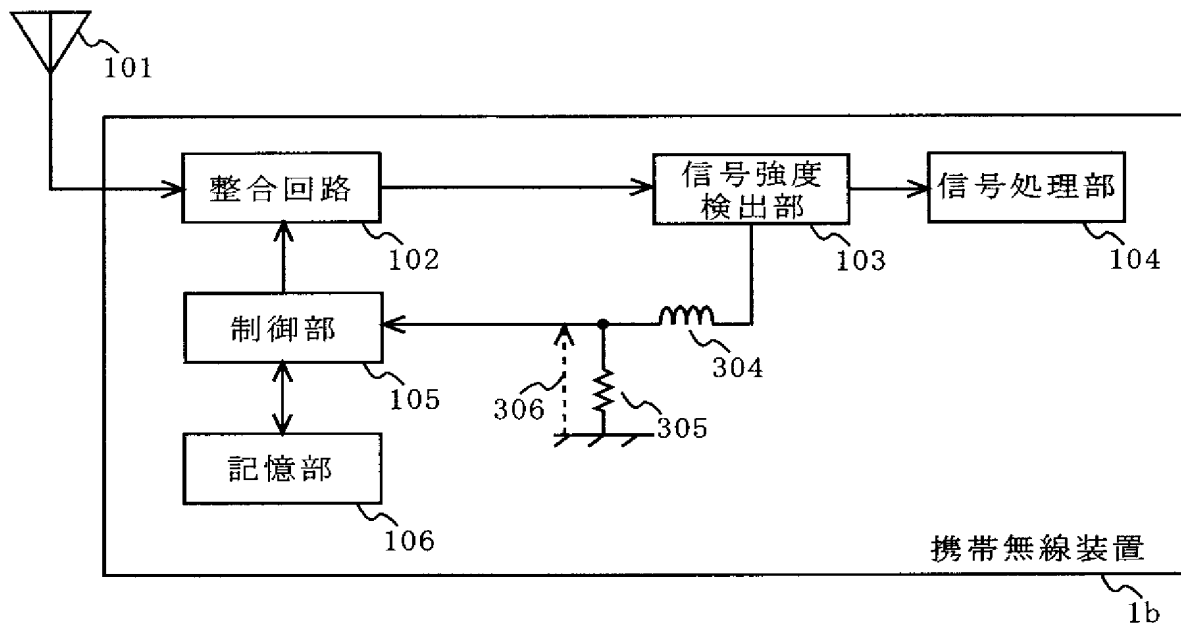
【図 4 7 C】



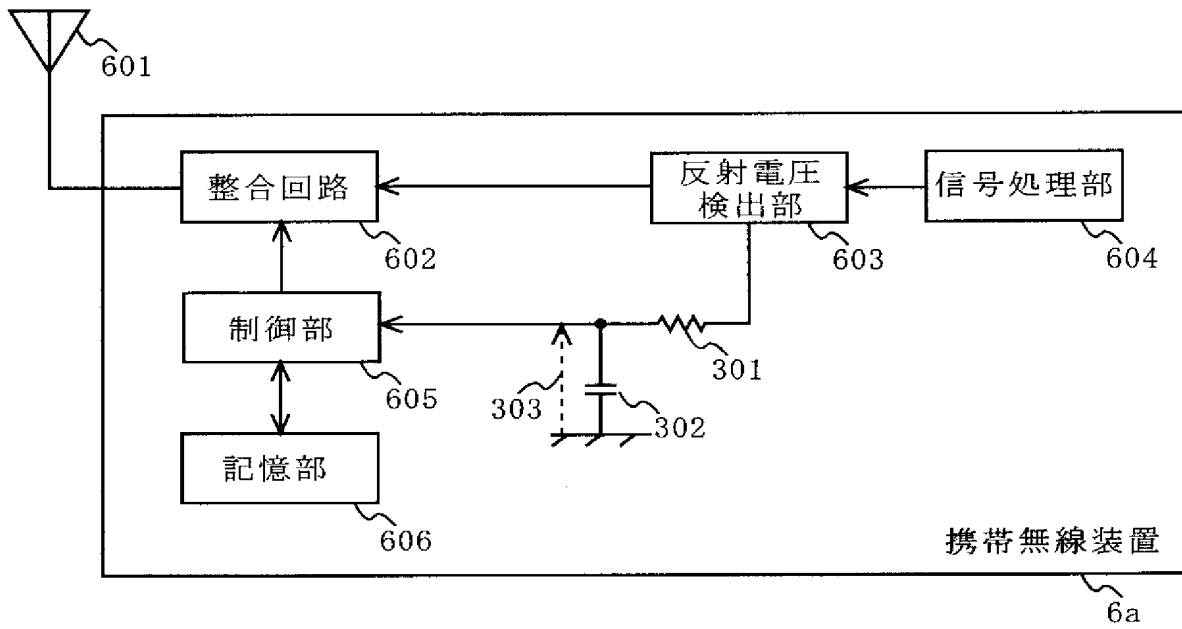
【図 4 8 A】



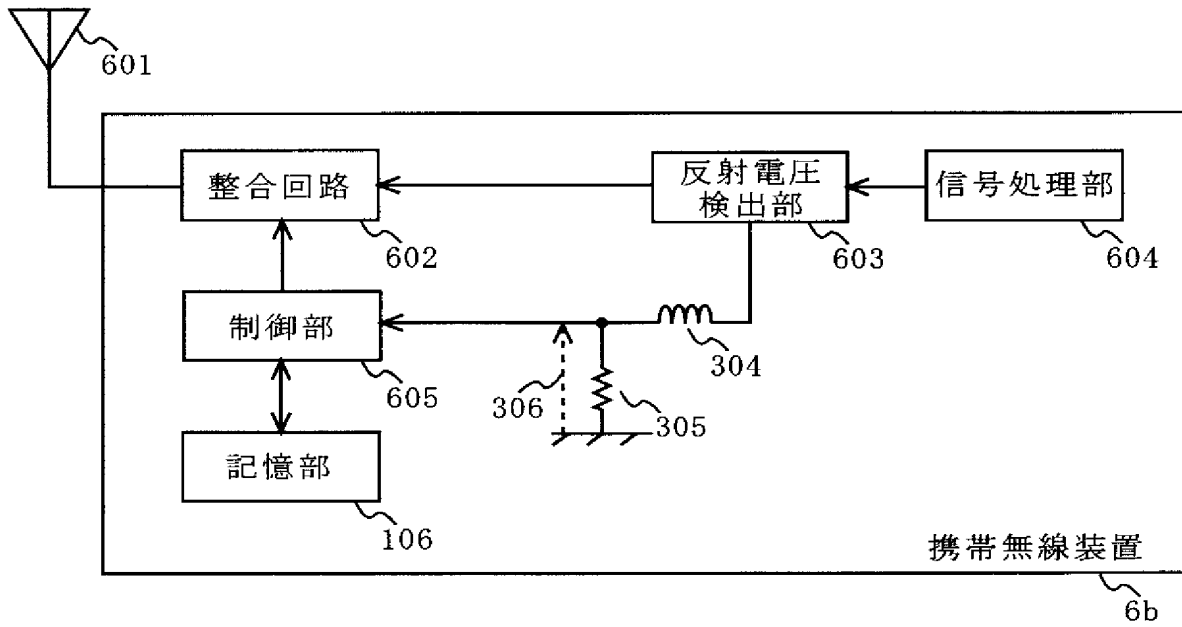
【図 4 8 B】



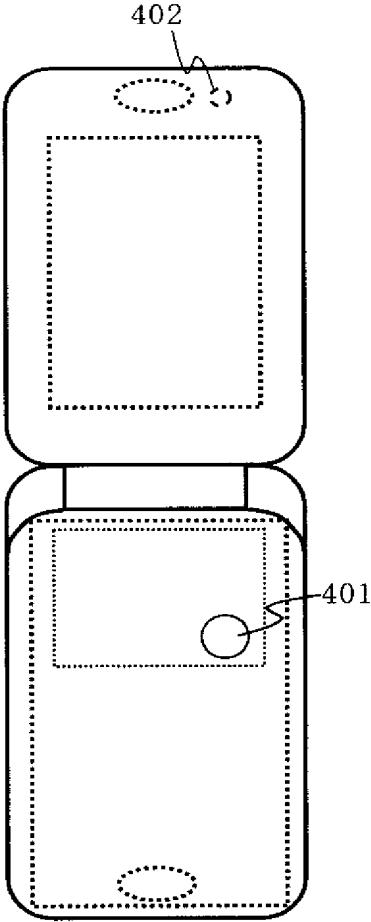
【図 4 8 C】



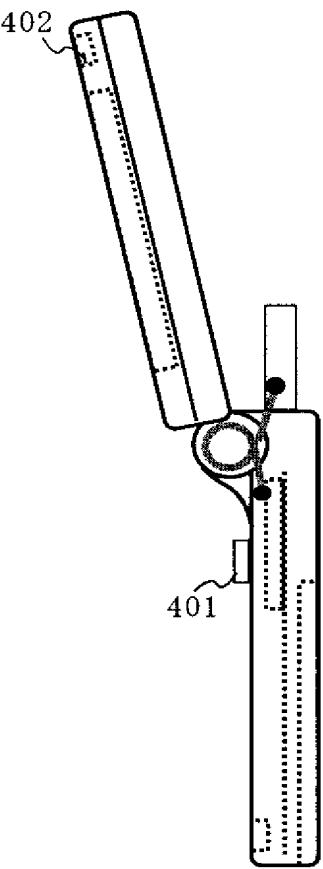
【図 4 8 D】



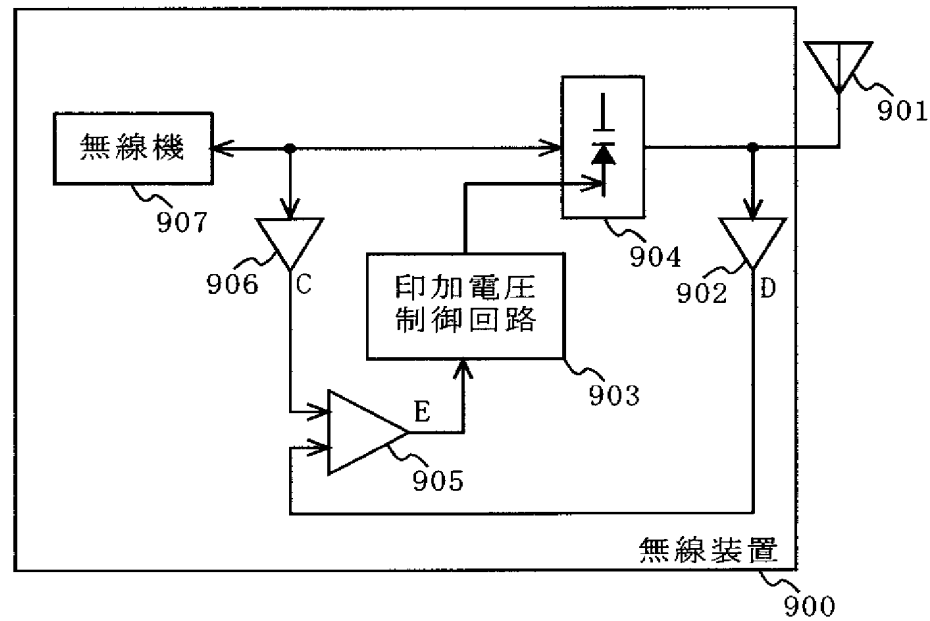
【図 4 9 A】



【図 4 9 B】



【図 5 0】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 携帯電話等の携帯無線装置がどのような状態であっても、アンテナと送受信回路との間のインピーダンスを瞬時に適応的に整合させることによって、不整合損を低く抑え、かつ送受信感度を向上させることができる携帯無線装置を提供すること。

【解決手段】 携帯無線装置 1 の制御部 105 は、整合回路 102 の制御を開始する際、記憶部 106 に記憶されている初期染色体を評価し、インピーダンス整合が得られる初期染色体が存在すれば、当該初期染色体に対応する負荷値を有するように整合回路 102 を制御する。インピーダンス整合が得られる初期染色体が存在しない場合、制御部 105 は、初期染色体を遺伝的アルゴリズムによって進化させていき、インピーダンス整合が得られる染色体を導出し、導出した染色体に対応する負荷値を有するように整合回路 102 を制御する。

【選択図】 図 1

## 出願人履歴

0 0 0 0 0 5 8 2 1

19900828

新規登録

大阪府門真市大字門真1 0 0 6 番地

松下電器産業株式会社